DAS

GESCHMACKSORGAN DER INSEKTEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE

DER

PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT ERLANGEN

ACAD.
LUGD. BAT.
BIBL.

VORGELEGT VON

FRIEDRICH WILL.

MIT EINER LITHOGRAPHISCHEN TAFEL.

LEIPZIG

WILHELM ENGELMANN

1885.

(Separat-Abdruck aus: Zeitschrift für wissensch. Zoologie. XLII. Band.)

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Geschmackssinne der Arthropoden, speciell dem der Insekten, und soll die Beantwortung zweier Hauptfragen versuchen:

1) Haben die Insekten einen Geschmackssinn und welche Rolle spielt er im Kampfe ums Dasein?

2) Welchen Bau haben die etwaigen vermittelnden peripherischen Endorgane?

Der Geschmackssinn der Arthropoden hat bisher bei den Forschern verhältnismäßig wenig Beachtung gefunden.

Bei den älteren Autoren findet sich kaum mehr als die flüchtige Andeutung, dass wahrscheinlich auch bei den Gliederthieren ein Geschmackssinn vorhanden sei, und dass, da bei dem Zustandekommen einer Geschmacksempfindung eine direkte Berührung zwischen der aufgenommenen Nahrung und dem betreffenden peripherischen Endorgan vorausgesetzt werden müsste, auch die Geschmacksorgane in oder wenigstens an den Mundtheilen gelegen seien, Vermuthungen, die jeder weiteren experimentellen oder anatomisch nachgewiesenen Unterlage entbehrten, die mich desshalb auch weiter nicht beschäftigen sollen.

Erst 1860 beschrieb Meinert[1] eine Reihe von Chitinkanälchen an den Maxillen und dem Grunde der Zunge bei Ameisen, die ihm mit Ganglienzellen und durch diese mit dem Nervensystem in Verbindung zu stehen schienen. Er deutet diese Gebilde als Sinnesorgane, versieht aber die beigefügte Bezeichnung »Geschmack« mit einem Fragezeichen.

[1] Fr. Meinert, Bidrag til de danske Myrers Naturhistorie. Kjøbenhavn 1860. p. 6 et 66.

Forel[1], der ausgezeichnete Formicidenkenner und exakte Forscher, bestätigt 1874 die Beobachtung Meinert's und fügt hinzu, dass er auch an der Spitze der Zunge von Formica pratensis ♀ jederseits eine Reihe von sieben solcher Chitinröhrchen gefunden habe; er erkennt in der Cuticula eine zu jedem Röhrchen gehörige mehr oder weniger runde Öffnung und stark lichtbrechende Nervenfäden, die sich nach rückwärts in einer (vielleicht) ganglionären Masse vereinigen. Auch er ist der Ansicht, dass hier möglicherweise Geschmacksorgane vorliegen könnten. Ferner führt er als das Ergebnis einer Reihe von Experimenten an, dass Ameisen erfahrungsgemäß einen ausgeprägten Geschmackssinn besitzen, Honig über Alles lieben, indess solchen, der mit Bitterstoffen (Morphium, Strychnin) vermischt ist, sogleich verlassen. Der Autor, der eine Beobachtungserfahrung bei dieser Insektenfamilie hat, wie kaum ein anderer Forscher vor ihm, sagt: »Les fourmis sont gourmandes!«

Wolf[2] giebt in seiner »vielbesprochenen« Arbeit: das Riechorgan der Biene (1875) eine kurze Beschreibung der Geschmacksbecher bei diesem Insekt. Nach seiner Beobachtung liegen auf der herzförmigen Platte an der Zungenwurzel (dem Hypopharynx) beiderseits Gruppen von je 25 Grübchen, in deren jedes ein ziemlich dicker Nerv einmündet, der seinerseits mit dem großen Zungennerv in Verbindung steht. Durch die Nebenzungen wird um die Zungenwurzel ein Hohlraum geschaffen, ein Behältnis für den Zungenspeichel, der für das Zustandekommen einer Geschmacksempfindung unbedingt nöthig ist.

G. Joseph[3] ist wohl der Erste, der sich speciell mit dem Geschmacksorgan der Insekten und dessen »Morphologie« (?) beschäftigt hat. In einem auf der Naturforscherversammlung in München (1877) gehaltenen Vortrage, der leider anscheinend nicht ausführlich im Drucke erschienen ist, führt der Genannte Folgendes aus.

Bei fast allen Insektenordnungen, besonders aber bei den pflanzenfressenden, finden sich an der Zungenbasis, der Schlundregion und dem Gaumen Näpfchen vor, die als Geschmacksorgane zu bezeichnen sind. Am Grunde dieser Geschmacksnäpfchen erscheint eine feine Membran, die obere Wand eines zarten dünnwandigen Bläschens, das mit einem Stift am oberen Ende in die Mundhöhle hineinragt, während es basal sich in ein Nervengeflecht verliert. Der Inhalt das Bläschens ist wasser-

[1] Aug. Forel, Les Fourmis de la Suisse. Bâle 1874. p. 117 et 121.

[2] C. J. B. Wolf, Das Riechorgan der Biene. Nova Acta der Ksl. Leop. Carol. deutschen Akademie der Naturf. Bd. XXXVIII. Nr. 1. 1875. p. 92—95 u. 176—180.

[3] Gust. Joseph, Zur Morphologie des Geschmacksorganes bei Insekten. Amtlicher Bericht der 50. Versammlung deutscher Naturforscher u. Ärzte in München. 1877. p. 227—228.

helle Protoplasmamasse, die bei Betupfung mit indifferenten Bitterstoffen bläulich und nach Berührung mit schwacher Salzlösung vorübergehend gelbgrün leuchtet. Die Reaktion tritt jedoch nur beim lebenden Insekt ein. Die Schmecknäpfchen sind sparsamer bei Raubinsekten und omnivoren Dipteren vorhanden, finden sich jedoch häufiger bei Schmetterlingen und bei deren Raupen, am reichsten sind die anthophilen Hymenopteren damit ausgestattet; sie finden sich bei Bienen und Hummeln nicht nur an der Basis, den Seiten und der Spitze des Saugrüssels, dem Schlundeingange und den Wangen, sondern ganz besonders zahlreich und ausgeprägt an der Hinterfläche eines blattförmigen, beweglichen, frei in die Mundhöhle hineinragenden und dem Gaumensegel der Wirbelthiere vergleichbaren Gebilde, dem Wolf'schen Geruchsorgan.

Pagenstecher[1] vermuthet an der becherförmig eingedrückten Endfläche der Unterkiefertaster bei Scolopendra »geschmackspercipirende« Organe, ohne dies jedoch zu begründen.

Forel[2] wendet sich auf Grund von Experimenten gelegentlich gegen Wolf und weist die Unrichtigkeit der Wolf'schen Schlussfolgerung nach, dass dessen bei der Biene entdecktes »Riechorgan« unmöglich ein Geruchsorgan sein kann, pflichtet vielmehr der Ansicht Joseph's bei, dass dasselbe möglicherweise zur Vermittelung der Geschmacksempfindung diene.

Huxley[3] (1881) meint, dass der Krebs auch etwas dem Geschmackssinn »Analoges« besitze und dass der muthmaßliche Sitz des Organes dieser Funktion in der Oberlippe und dem Metastom zu suchen sei, allein wenn das Organ existirt, besitzt es keine Eigenthümlichkeiten im Bau, dass man es als solches erkennen kann.

Künkel und Gazagnaire[4] (1881) untersuchen die Geschmacksorgane der Dipteren speciell bei Volucella. Nach diesen Autoren liegen solche Organe an den Paraglossen, am Ende des Epipharynx und am Anfange und in der ganzen Ausdehnung des Pharynx. Vermittler der Geschmacksempfindung ist der Speichel, der die Nahrungstheilchen gelöst den Haaren des Epipharynx zuführt und dort Geschmacksempfindung erregt. Jedes Geschmackshaar hat am Grunde eine bipolare Ganglienzelle, die mit dem Geschmackshaar einerseits, wie mit dem Achsencylinder einer Nervenfaser andererseits in Verbindung steht.

[1] H. A. Pagenstecher, Allgemeine Zoologie. II. Thl. 1877. p. 132.

[2] Aug. Forel, Der Giftapparat und die Analdrüsen der Ameisen. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXX. Suppl. p. 60—61.

[3] Huxley, Der Krebs. p. 98.

[4] Künkel et Gazagnaire, Du siège de la gustation chez les insects diptéres. Comptes rendus. XCV. Bd. 1881. p. 347—350.

Breitenbach[1] (1881) widerspricht gelegentlich der Ansicht F. Müller's, der die sog. Saftbohrer der Schmetterlingsrüssel für Geschmacksorgane hält.

Becher[2] (1882) findet an der Unterseite der Oberlippe bei Dipteren Sinneshaare und muthmaßt, dass dieselben die Geschmacksempfindung vermitteln.

Kraepelin[3] (1882), der die Mundwerkzeuge der saugenden Insekten sehr eingehend studirt, findet an der Spitze des Rüssels, im sogenannten Löffelchen, bei Bombus außer den Tastborsten eigenthümliche keulenförmig endigende Borsten. Er vermuthet, dass dieselben, analog den Riechhaaren an den inneren Antennen der Krebse, an ihrer Spitze mit einer feinen Öffnung versehen und daher als Geschmacks- oder Geruchsorgane in Anspruch zu nehmen sind. Bei den Musciden stehen nach demselben Autor zwischen den »Pseudotracheen« reihenweise eigenthümliche kaum über die Oberfläche sich erhebende, aber in dieselbe eingesenkte Chitindoppelcylinder, in welche Nervenenden (mit »Chorda«) eintreten und die wohl als Geschmacksorgane in Anspruch zu nehmen sein dürften.

G. Haller[4] (1882) vermuthet in den kleinen Härchen und blassen, kurzen aber starken Stiften des oberen Randes der Unterlippe bei Hydrachniden, speciell bei Hydrodroma rubra, einfache Geschmacksorgane, hebt aber die Ähnlichkeit dieser Gebilde, die ihrer Kleinheit halber der Untersuchung schwer zugänglich sind, mit den Taststiften und Tastborsten hervor.

Kraepelin[5] giebt (1883) in einer ganz vorzüglichen Arbeit über die Anatomie und Physiologie des Rüssels bei Musca eine eingehende Beschreibung des Geschmacksorganes dieser Familie, indem er sich gleichzeitig gegen die vielfach irrigen Auffassungen Künkel's und Gazagnaire's wendet.

Da ich bei Besprechung des Geschmacksorganes der Dipteren speciell auf diese Arbeit zurückkommen werde, so will ich an dieser Stelle eine nähere Ausführung der Kraepelin'schen Beobachtungen unterlassen.

[1] Breitenbach, Beiträge zur Kenntnis des Baues des Schmetterlingsrüssels. Jen. Zeitschr. für Naturwissenschaften. Bd. XV. p. 151—214.

[2] Becher, Zur Kenntnis der Mundtheile der Dipteren. Denkschriften der Akademie der Wissenschaften Wien. Bd. XLV. 1882. p. 123—162.

[3] K. Kraepelin, Über die Mundwerkzeuge der saugenden Insekten. Zool. Anz. 5. Jahrg. 1882. Nr. 125. p. 575.

[4] G. Haller, Zur Kenntnis der Sinnesborsten der Hydrachniden. Archiv für Naturgeschichte von Wiegmann. 48. Jahrg. 1. Heft. 1882. p. 43—44.

[5] K. Kraepelin, Zur Kenntnis der Anatomie und Physiologie des Rüssels von Musca. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXIX. 1883. p. 713—715.

Kirbach[1] erwähnt in seinen Untersuchungen über die Mundwerkzeuge der Schmetterlinge (1883) Geschmacksorgane. Dieselben liegen als zwei rundliche Papillenfelder mit kleinen konischen Papillen an der inneren Unterfläche des Schlundkopfes. Ob zwei größere Papillen außerhalb dieser Felder, nahe am Hinterrande des Schlundkopfes ebenfalls Geschmacksorgane sind, bezeichnet der Autor als fraglich.

Béla Haller[2] (1884) giebt in seinen marinen Rhipidoglossen eine kurze Bemerkung über das Geschmacksorgan der Insekten. Der Autor ist der Ansicht, dass ein Geschmackssinn den Arthropoden zukommt, das beweist die feine Geschmacksunterscheidung vieler höherer Krebse und der Insekten. Bei Orthopteren (Acridium, Truxalis) findet Autor am Grunde der herzförmigen Platte Wolf's (Hypopharynx) Gruppen von Zellen, die ganz den becherförmigen Organen gleichen; ihre Zellen waren höher als die anderen, ihr oberes Ende lag in der Cuticula selbst.

Forel[3], der unermüdliche Forscher, giebt jüngst in seinen Études myrmecologiques en 1884 unter vielen höchst interessanten Notizen auch eine kurze Beschreibung und Skizze von den Geschmackspapillen auf der Maxille von F. rufibarbis ♀. Er sagt, die Geschmackspapillen seien Chitinröhrchen oder Porenkanäle, die auf die Mitte eines rudimentären Haares aufgesetzt seien. Der Autor erklärt, nicht unterscheiden zu können, ob dieses scharf abgegrenzte kleine Haar in einer Vertiefung unter der Oberfläche des Chitins sitzt. Unter jedem Organ bildet der Nerv (der in die Maxille eintritt) eine große Ganglienzelle, die sich am Ende einer stäbchenförmigen Verlängerung dem Porenkanal der Papille anpasst. Die gleichen Papillen finden sich an der Spitze und dem Grunde der Zunge (wie schon früher bemerkt), endlich am sogenannten Riechorgan Wolf's, dem Gaumensegel der Hymenopteren.

Die Ansichten der Autoren gehen, wie das aus vorstehender Wiedergabe (die sich auch in der Ausdrucksweise möglichst genau an die Originale anlehnt) ersichtlich ist, über Sitz und Bau des Geschmacksorganes bei Insekten, weit aus einander; ich will versuchen, in nachstehenden Ausführungen der Lösung der Frage näher zu kommen mit dem ausdrücklichen Vorbehalt, dass ich die Frage damit noch keineswegs für endgültig gelöst halte.

Bei Ausführung des allgemeinen Theils unterstützt mich eine lang-

[1] Kirbach, Mundwerkzeuge der Schmetterlinge. Zool. Anz. 6. Jahrg. 1883. Nr. 151. p. 556.

[2] Béla Haller, Untersuchungen über marine Rhipidoglossen. Morphol. Jahrbuch. Bd. IX. 1884. p. 76 Anmerkung.

[3] Aug. Forel, Études myrmecologiques en 1884. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. tom. XX, No. 91. p. 19—20.

jährige, praktische Sammel- und Beobachtungserfahrung nicht nur im europäischen Faunengebiete, sondern auch in den Tropen Südamerikas.

Der anatomisch-histologische Theil der Arbeit wurde von mir mit vielfachen Unterbrechungen während der Jahre 1884 und Anfang 1885 im zoologischen Institute in Erlangen ausgeführt, dessen vortreffliche Hilfsmittel und Apparate wesentlich mit zum Gelingen der schwierigen Untersuchungen beigetragen haben.

Noch fühle ich mich gedrungen, Herrn Professor Selenka meinen wärmsten Dank, sowohl für die freundliche Gewährung eines Arbeitsplatzes im genannten Institute, als für die liebenswürdige Beihilfe in schwierigen Fällen öffentlich auszusprechen.

Versuche.

Das Vorhandensein eines Geschmackssinnes bei den Arthropoden wird von allen Forschern als etwas Selbstverständliches angenommen und man hat bisher sich begnügt, entweder direkt nach besonderen percipirenden Organen zu suchen, oder man hat eigenthümliche Sinnesorgane (Sinneshaare oder Borsten), die man gelegentlich allgemeiner Untersuchungen fand, als Geschmacksorgane gedeutet.

Experimente zur Entscheidung der Frage, ob die Arthropoden, insbesondere die Insekten, mit denen ich mich in Nachstehendem speciell befassen werde, wirklich mit einem, dem Geschmackssinne der Wirbelthiere vergleichbaren Sinn ausgerüstet sind oder nicht, wurden außer von Forel[1] bei Ameisen, meines Wissens bisher noch nicht angestellt oder wenigstens nicht veröffentlicht. Die Ausführungen Joseph's[2] können nicht wohl als die Ergebnisse von Versuchen gelten, denn er führt nur im Allgemeinen That sachen an, respektive setzt eben das Vorhandensein eines Geschmackssinnes, namentlich bei phytophagen Insekten als etwas Gegebenes, unzweifelhaft Bestehendes voraus; außerdem halte ich die Schlussfolgerungen Joseph's für keineswegs glücklich. Ich werde auf diesen Punkt später zurückkommen.

Der experimentelle Nachweis über das Vorhandensein eines Geschmackssinnes ist schwieriger zu erbringen als der über andere Sinneswahrnehmungen.

Die Sinne des Gefühls, Gesichts, Geruchs und Gehörs können wir willkürlich durch äußere Einwirkung erregen, d. h. das Verhalten der Thiere auf diese Einwirkung prüfen. Bei der Prüfung des Geschmackssinnes ist der Experimentator von dem guten Willen des Versuchsthieres abhängig, das außerdem durch individuelle Neigung (obgleich diese bei

[1] Forel, Les Fourmis de la Suisse. p. 121.

[2] Joseph, Zur Morphologie des Geschmacksorganes. p. 228.

niederen Thieren im Ganzen wenig ausgeprägt ist), Indisposition oder andere geringfügige Umstände, die sich unserer Wahrnehmung entziehen, das Resultat mehr als bei anderen Versuchen über Sinnesthätigkeit zu einem unsicheren macht.

Dazu kommt, dass wir uns über die Grenzen der Wahrnehmungsfähigkeit kaum eine unumstößlich richtige Vorstellung machen können. Auf Grund früher angestellter Versuche neige ich mich indess der Annahme zu, dass bei den meisten Sinnen der Insekten die Grenzen der deutlichen Wahrnehmung sehr eng gezogen sind, dass indess innerhalb dieser Grenzen das Unterscheidungsvermögen ein außerordentlich feines, weit über die Grenzen unserer eigenen Wahrnehmungsfähigkeit hinaus gehendes ist. Was außerhalb dieser Grenzen liegt, wird nur im Allgemeinen oder unter Umständen auch gar nicht empfunden[1].

[1] Eine Erläuterung zu der oben ausgesprochenen Ansicht mag folgendes Beispiel geben. Nach den Untersuchungen Forel's, Lubbock's u. A. ist der Gehörsinn bei Bienen, Wespen und Ameisen sehr schwach entwickelt.

Ich habe nun vor mehreren Jahren völlig unabhängig von diesen Versuchen mit verschiedenen Käfern (Necrophorus, Geotrupes, Cerambyx etc.), die einen Stridulationsapparat besitzen, Experimente über den Zweck dieses Apparates angestellt und bin dabei zu dem Resultate gekommen, dass die Thiere den Stridulationston der eigenen Gattung sehr wohl, und zwar auf eine Entfernung hören, in welcher derselbe für unser Ohr nicht mehr wahrnehmbar ist. Ich benutzte zu diesen Versuchen u. A. einen Bockkäfer (Cerambyx Scopoli Füssl.), der bekanntlich am vorderen Ende des Mesothorax (auf der Oberseite) eine Reibfläche und am Hinterrande des Prothorax eine Reibleiste besitzt und mit diesem Apparat durch nickende Bewegung des Letzteren ein Geräusch erzeugt, ähnlich dem, welches man durch Hin- und -her-Streichen mit einer schief abgeschnittenen Federspule auf einer feinen Feile hervorbringen kann.

Von einem Pärchen des genannten Insektes wurde das Weibchen in eine kleine Holzschachtel gesetzt, diese mit einem Stück Glas bedeckt und durch die Seitenwand der Schachtel eine Nadel gestochen, um das Insekt reizen zu können.

Das Männchen wurde etwa 15 cm von der Schachtel entfernt frei auf den Tisch gestellt. So wie die von Natur langsamen Thiere sich etwas an die Situation gewöhnt hatten, saßen sie ruhig mit halb aufgerichteten Fühlern da, wie das Cerambyciden zu thun pflegen, wenn sie eine witternde Stellung einnehmen; ich reizte nun das Weibchen in der Schachtel, dieses begann zu striduliren. Mit dem ersten Ton wurde das Männchen unruhig, die Fühler hoch aufgerichtet drehte es sich zuerst mehrmals um sich selbst, gleichsam horchend, aus welcher Richtung das Geräusch komme, dann marschirte es eilig auf die Schachtel zu, indem es selbst anfing lebhaft zu striduliren. Ich wiederholte diesen Versuch öfter, auch mit anderen Käfern, in mehrfachen Abänderungen immer mit demselben Resultat.

Die aus diesen Versuchen für die Bedeutung des Stridulationsapparates gezogenen Schlüsse sind hier nicht näher zu erörtern. Eines scheint mir jedoch mit größter Bestimmtheit aus den Versuchen hervorzugehen, dass das Insekt den Stridulationston des anderen auch wirklich hört.

Bei den Versuchen über den Geschmackssinn ist ein völlig unkontrollirbarer Einfluss z. B. der Grad der Nahrungsbedürftigkeit (des Hungers), namentlich bei Hymenopteren, die in ihrem Vormagen eine Reservespeisekammer besitzen, deren Füllungsgrad sich unserer Beobachtung entzieht.

Ich habe Anfangs die Bienen, Hummeln, Wespen und Ameisen, die ich bei meinen zahlreichen Versuchen benutzte, einige Zeit hungern lassen, um sie besser zum Aufnehmen der vorgesetzten Nahrung zu bewegen, allein ich machte bald die Wahrnehmung, dass die Thiere bei wirklichem Hunger nahezu wahllos sind und selbst den mit Eisenvitriol oder chromsaurem Kali vermischten Honig oder Zucker, den ich ihnen unter vielem Anderen vorsetzte, mit eben so großer Begier verzehrten, wie reinen Honig. Allerdings würgten die meisten Versuchsthiere den vermischten Honig nach kurzer Zeit durch Kontraktion des Vormagens wieder aus, allein dies ist unstreitig als eine Reaktion der schädlichen Nahrung im Vormagen selbst und nicht als das Ergebnis einer Unterscheidung in Folge von Geschmacksempfindung anzusehen. Ich ließ nun eine Anzahl von Versuchsthieren an verschiedener unvermischter Nahrung (Honig, Zuckerlösung etc.) sich einigermaßen sättigen und schob dann gemischte Nahrung unter, allein auch diese Versuche ergaben ein positives Resultat nicht. Ein Theil der Thiere nahm auch die vermischte Nahrung auf, andere verschmähten sie nach kurzem Kosten, und ein kleiner Theil war gar nicht mehr zur Nahrungsannahme zu bewegen.

Bei fortgesetzter Prüfung fand ich auch bald den Grund des Misslingens meiner Versuche. Der Geschmack des Honigs oder des Zuckers verdeckte den der beigemengten Substanzen, wenn die Beimengung in zu geringen Dosen geschah.

Ich änderte nun zunächst das Versuchsverfahren, indem ich dabei von folgenden Thatsachen und Erwägungen ausging.

Als mir später die Versuche Lubbock's bekannt wurden, wiederholte ich dieselben auch mit Käfern, unter Anderem auch mit zwei Cerambyx Scopoli ♂. Ich setzte die Thiere vor mich auf den Tisch und erregte die verschiedensten Töne und Geräusche, ohne dass die Thiere davon Notiz nahmen, so lange ich mich nur hütete ihre feinen Tastorgane zu erschüttern. Ahmte ich jedoch das Stridulationsgeräusch mittels Federspule und Feile, namentlich auch im Rhythmus nach, so wurde die Aufmerksamkeit sichtlich rege. Wie bei den ersten Versuchen richteten die Thiere ihre Fühler auf, drehten sich witternd mehrmals um sich selbst, suchten aber dann zu entfliehen, da sie doch Gefahr wittern mochten.

Unstreitig liegt hier ein außerordentlich feines Unterscheidungsvermögen für alle jene Töne vor, die im Stridulationsgeräusche liegen. Töne und Geräusche, die außerhalb dieser Grenzen liegen, werden durchaus nicht mehr percipirt oder als solche wenigstens nicht erkannt.

Durch zahlreiche Experimente (namentlich Forel's[1]) ist festgestellt, dass Bienen, Hummeln und Wespen (die gesellig lebenden Hymenopteren sind, wie später gezeigt werden soll, mit dem besten Geschmackssinn unter den Insekten ausgestattet) die Nahrung vorzugsweise durch den Gesichtssinn aufsuchen, obwohl bei den schlechter sehenden Wespen und den Hummeln nach meinen eigenen Erfahrungen auch der Geruchssinn Beihilfe leistet. Um jedoch ganz sicher zu gehen, wählte ich Versuchssubstanzen aus, die wenigstens für unsere Sinne keinen merklichen Geruch haben, sich äußerlich so ähnlich sahen, dass eine Täuschung der Thiere möglich war, wenn ich sie wechselte und von denen die erste eine den Thieren bekannte und beliebte Nahrung, die zweite eine Substanz war, von der ich sicher annehmen durfte, dass sie sich im Speichel löst und den Thieren unangenehm schmeckt und als dritte ein indifferenter, unlöslicher Körper.

Bei den ersten Versuchen (die ich im Herbst 1884 in der fränkischen Schweiz anstellte) benutzte ich Zucker, Alaun und krystallinischen Dolomit (letzteren lokaler Umstände halber), sämmtliche Körper in grob gepulvertem Zustande.

An einem Orte, der von Vespa vulgaris häufig besucht wurde, stellte ich zuerst ein Stück Papier mit Zucker auf. Nach kurzer Zeit wurde der Zucker von Wespen fleißig besucht; ich ließ ihn einen halben Tag stehen, um die Wespen an Ort und Umstände zu gewöhnen und vertauschte ihn dann mit Alaun, dabei musste ich mehrere Wespen verjagen, die es sich eben wohl schmecken ließen.

Sobald die Umwechslung geschehen war, stürzten sich die eben verscheuchten Wespen auf den vermeintlichen Zucker, allein kaum hatten sie gekostet, so zogen sie sich auch mit dem drolligsten Gebahren wieder zurück und reinigten, wie ich deutlich beobachten konnte, durch öfteres Ausstrecken und Wiedereinziehen und durch wiederholtes Überstreichen mit dem vorderen Fußpaare die Zunge von der ekelhaften Substanz.

Die erste schlimme Erfahrung hinderte jedoch nicht, dass die Thiere zurückkehrten, um aufs Neue den Versuch an dem Surrogat zu machen, natürlich mit demselben Misserfolge. Darauf flogen einige fort. Ein paar besonders hartnäckige Individuen setzten die Leckversuche an dem Alaun fort, bis sie jedenfalls doch eine gewisse Menge davon genossen hatten, und nun krümmten sie sich auf dem Tische, augenscheinlich im größten Unbehagen; rascher, als ich gedacht, hatten sie sich indessen erholt und flogen ebenfalls davon.

Andere Wespen kamen, dasselbe Spiel wie bei den ersten wieder-

[1] Forel, Beitrag zur Kenntnis der Sinnesempfindungen der Insekten. Mittheilungen des Münchener entomol. Vereins. 2. Jahrg. 1. Heft. 1878. p. 9 u. 18—21

holte sich mehrmals, nach und nach wurden jedoch die Besuche seltener und schon um drei Uhr Nachmittags, also lange vor der Zeit, zu der die Wespen sonst ihre Arbeit einzustellen pflegen, kam keine einzige mehr um zu kosten. Nach Verlauf eines Tages, während dessen ich die Thiere durch Aufstellen von Zucker wieder an den Versuchsort gewöhnt hatte, wechselte ich den Zucker mit Dolomit aus. Die Wespen ließen sich richtig wieder täuschen und beleckten den Dolomit von allen Seiten, diesmal aber wurden die Versuche an dem hartnäckigen Material bis gegen Abend fortgesetzt und erst nach langem Prüfen schien jedem Thiere eine Idee davon aufzudämmern, dass die vorgesetzte Substanz ungenießbar sei.

Der Eintritt schlechten Wetters hinderte weitere Versuche und auch später während des Herbstes 1884 fand ich keine Gelegenheit mehr, dieselben zu wiederholen, erst im Frühjahre (März) 1885 nahm ich, begünstigt von ungewöhnlich freundlicher Witterung, dieselben wieder auf.

Bei den Versuchen mit Alaun war immer die Möglichkeit einer Einwirkung auf den fein organisirten Tastapparat an den Mundtheilen denkbar, ich operirte desshalb von jetzt ab mit möglichst wenig scharfen Substanzen, wie Salz, doppeltkohlensaurem Natron etc., dann mit Bitter- und Gerbstoffen (Chinin und Tannin). Als indifferenter Körper diente Quarzsand, der durch wiederholtes Schlämmen und Glühen möglichst von etwa anhaftenden organischen Stoffen und Staub befreit wurde. Als Versuchsthiere, die unter einer Glasglocke gefangen gehalten wurden, dienten diesmal Bienen, Hummeln, Ameisen und Fliegen. Der Erfolg war ein ähnlicher wie bei den Versuchen mit den Wespen, nur trat dabei deutlich ein großer Unterschied hinsichtlich der Nahrungswahl bei den verschiedenen Gattungen, ja bei verschiedenen Individuen derselben Species auf. Sehr wählerisch und dabei mit dem besten Geruchssinne begabt zeigten sich ein paar Andrenen; ich hatte ihnen als letzte feinste Probe einen Tropfen koncentrirter Lösung von sogenanntem Farinzucker vorgesetzt, sie berochen die ihnen jedenfalls unbekannte Flüssigkeit, kosteten, wollten aber, trotzdem, dass sie mehrere Stunden gefastet hatten, nichts davon genießen. Ich schnitt ihnen die Fühler und damit das Geruchsorgan ab und setzte sie dann an die Zuckerlösung, sie versuchten Nahrung aufzunehmen, gaben dies jedoch bald wieder auf; ich brachte sie an reinen Honig, den sie gern annahmen. Auch Weibchen von Vespa vulgaris zeigten ein ähnliches, sehr feines Geschmacksunterscheidungsvermögen.

Bienen zeigten die größte individuelle Verschiedenheit, einige leckten sogar noch Honig mit Behagen auf, der zu $^3/_4$ mit Salz vermischt war, die Mehrzahl jedoch verschmähte nach kurzem Kosten dieses Gemisch.

Anscheinend ist der Geschmackssinn bei ihnen nicht so entwickelt, wie bei Wespen und Andrenen.

Bei fast allen Versuchsthieren gab sich eine große Abneigung gegen Chinin zu erkennen. Honig, der zur Hälfte mit Chinin vermischt war, blieb nach sehr kurzem Kosten unberührt, dagegen übte das Tannin fast gar keine Wirkung auf die Nahrungsauswahl aus, nur von Fliegen wurde der mit Tannin vermischte Honig verschont. Dagegen schienen die Musciden Glycerin durchaus nicht übelschmeckend zu finden, während dasselbe selbst bei starker Vermischung mit Honig von den Hymenopteren verschmäht wurde.

Zu weiteren Versuchen benutzte ich eine Aubrietia, die in den ersten Tagen des April ihre blauen Blüthchen geöffnet hatte und von Bienen, Hummeln und Andrenen fleißig besucht wurde. Ich grenzte eine Anzahl Blüthchen ab und versah jedes derselben mit einem Tropfen reinen Honig. Die Insekten fanden diese ergiebige Quelle bald und verweilten längere Zeit als gewöhnlich saugend in den präparirten Blüthen. Ich zeichnete einige Bienen mit weißer Ölfarbe und ließ sie frei. Sie flogen fort. Nun versah ich jede der vorerwähnten Blüthchen mit etwas Honig, dem jedoch theils Salz, theils doppeltkohlensaures Natron, theils Chinin beigemengt war. Nach einiger Zeit kehrten mit anderen Gefährtinnen auch ein Theil der gezeichneten Bienen zurück und versuchten direkt an den präparirten Blüthchen weiter zu saugen, nach kurzem Kosten in mehreren Blüthchen gaben sie jedoch den Versuch auf und besuchten andere intakte Blüthen.

Ich wiederholte diese Versuche auch mit Hummeln, immer mit dem gleichen Resultat.

Die Dauer des Geschmackseindruckes scheint eine ziemlich lange zu sein, d. h. die Reinigung der percipirenden Endapparate scheint nur allmählich vor sich zu gehen. Gelegentlich der vorstehenden Versuche fand sich ausnahmslos, dass die Thiere, denen in einer Versuchsreihe als Letztes vermischte Nahrung vorgesetzt worden war, oft minutenlang an den Mundtheilen putzten und die Zunge durch öfteres Ausstrecken und Einziehen von der daran haftenden übelschmeckenden Substanz zu reinigen suchten. Bekamen die Thiere dann nochmals reine Nahrung vorgesetzt, so erfolgte fast immer zuerst eine mehrmalige Prüfung mit der Zunge, bis konstante Nahrungsaufnahme stattfand. Augenscheinlich verschwindet der Geschmackseindruck des Letztgenossenen erst allmählich unter dem Eindrucke der neu aufgenommenen Nahrung.

Aus diesen Versuchen, die ich indess noch keineswegs für abgeschlossen halte, scheint mir unzweifelhaft hervorzugehen, dass wenigstens die Hymenopteren und

Dipteren mit einem Sinne ausgerüstet sind, welcher eine Unterscheidung der den Mund berührenden Nahrung gestattet, d. h. dass diese Insekten einen Geschmackssinn besitzen.

Der experimentelle Nachweis über den besonderen Sitz des Geschmacksorganes ist mir nicht gelungen, dieser dürfte auch schwer zu erbringen sein, denn da die Organe, die zur feineren Unterscheidung der Nahrung dienen, jedenfalls an den Mundtheilen gelegen sind, so fällt mit der theilweisen, operativen Entfernung dieser auch die Möglichkeit der Nahrungsaufnahme und mit dieser natürlich auch die Beobachtung fort. Entfernung der Labial- und Maxillartaster beeinträchtigte das Unterscheidungsvermögen gegenüber geeigneter oder ungeeigneter Nahrung durchaus nicht.

Eine Reihe von Versuchen, die ich zur Konstatirung der Joseph-schen Beobachtungen über Farbenänderung[1] des Protoplasmas in dem Bläschen unter den Geschmacksbechern bei der Einwirkung verschiedener Substanzen, wie Salzlösungen, Bitterstoffen etc. anstellte, ergaben nur zweifelhafte Resultate.

Dagegen glaube ich mit der größten Bestimmtheit wahrgenommen zu haben, dass bei der Einwirkung eines schwachen Induktionsstromes ein allmähliches Schwellen des Protoplasmas eintritt, durch welches der Stützkegel des Achsenstranges mit diesem mehr aus der Höhlung des Geschmacksnäpfchens getrieben wird. Die Schwellung scheint rascher, der Rückgang dagegen beim Aufhören des Stromes langsamer zu geschehen. Selbstverständlich ist diese Schwellung nur eine geringe, nur mit sehr scharfen Vergrößerungen wahrnehmbare, sie hat jedenfalls eine Grenze in der Spannfähigkeit der Chitinmembran, die den Boden des Geschmacksbechers bildet[2].

[1] Joseph, Zur Morphologie etc. p. 227.

[2] Die Versuche wurden in folgender Weise angestellt. In eine Korkplatte von 5 mm Dicke und 5 × 3 cm Fläche wurde gegen das eine Ende eine quadratische Öffnung von 1 cm Seitenlänge geschnitten. Diese Öffnung wurde mit einem etwas in den Kork eingelassenen Glasstückchen bedeckt, das als Objektträger zu fungiren hatte. Nun wurden dem Versuchsthiere sorgfältig, ohne das Gehirnganglion zu verletzen, Oberlippe und Mandibeln abpräparirt und die Zunge mit einer feinen Pincette ausgezogen. Sodann wurde das Insekt durch gekreuzte Nadeln so auf den Kork befestigt, dass die Zunge auf das erwähnte Glasstückchen zu liegen kam. Letzteres wurde mit einem Deckgläschen versehen und dieses durch im Winkel gebogene Nadelspitzen fixirt. Auf diese Weise war es möglich, die feineren Theile der Zunge am lebenden Insekt selbst bei den schärfsten Vergrößerungen zu beobachten. Die Probeflüssigkeiten wurden von der Seite des Insekts aus mit einem Pinsel unter das Deckgläschen eingeführt.

Bei den Versuchen mit dem Induktionsapparat wurden zwei feine Silberdrähte

Zur Ergründung der Frage, welche Organe von den zahlreichen Nervenendapparaten der Mundtheile als Geschmacksorgane zu deuten sind, scheint vorläufig kein anderer Ausweg als der genauer anatomisch-histologischer Prüfung jener Nervenendapparate.

Es erübrigt noch eine kurze Darstellung des Einflusses vom Geschmacksvermögen auf die Existenzbedingung der Insekten.

Joseph[1], der einzige von den Autoren, der sich mit dieser Frage beschäftigt, schreibt dem Geschmacksvermögen eine gewisse Kontrolle der durch den Geruch aufgesuchten Nahrung, besonders für die Eierablage mit Rücksicht auf die Nahrungswahl für die junge Brut, zu und führt als Beispiel die mit wenigen Schmecknäpfchen ausgestattete Aasfliege an, die, getäuscht durch den Geruch, ihre Eier an die Aaspflanze lege, wo die sich entwickelnden Maden verhungern müssten, weil die Fliege nicht die Fähigkeit besitze, ihre Geruchswahrnehmungen durch den Geschmackssinn zu kontrolliren. Ich glaube, dass diese Schlussfolgerung nicht richtig ist. In der Regel legt doch die Aasfliege ihre Eier an Aas, der Fall, den Joseph anführt, ist jedenfalls ein Ausnahmefall, wäre er es nicht, so müsste die Aasfliege (Musca cadaverina) an Orten, an denen die Aaspflanze häufiger vorkommt, bald seltener werden, ja vielleicht aussterben. Die Unwahrscheinlichkeit der Joseph'schen Schlussfolgerung ergiebt sich aber auch aus anderen Beobachtungen. Joseph führt selbst das Vorhandensein vieler Schmecknäpfchen bei Schmetterlingen und deren Raupen an.

Ein Irrthum in Folge von mangelhaft ausgebildetem Geschmackssinn, der bei der Fliege verderblich für die Brut wird, müsste also bei Schmetterlingen, die zahlreichere Geschmacksorgane haben, ausgeschlossen sein. Nun ist es ja möglich, dass die Fliege sich täuschen lässt, sie hat aber bei der Wahl der Brutnahrung (Aas) doch die Möglichkeit der Prüfung durch die Geschmacksorgane, auch wenn diese schwach entwickelt sind, während diese Prüfung beim Schmetterling in Folge des Baues der Mundwerkzeuge völlig ausgeschlossen erscheint. Auch besteht bei den angeführten Beispielen zwischen der Nahrung des

mittels kurzer Stecknadeln an der Korkplatte befestigt. Die Drähte waren durch Schlingen an einem Ende mit den beiden Poldrähten des Apparates in Verbindung zu bringen, während die anderen Enden einerseits mit der Wurzel des Zungennervs, andererseits in der Nähe der Zungenspitze mit der schwach angesäuerten Flüssigkeitsschicht zwischen Objektträger und Deckglas in Verbindung stand.

Giebt man dem Deckgläschen eine besondere Auflage auf Haare oder Borsten, so lassen sich mit dem eben beschriebenen einfachen Apparat an den Mundtheilen des lebenden Insektes, bei mittleren Vergrößerungen, eine Reihe von Vorgängen beobachten, die einen genauen Einblick in die neuerlich vielfach besprochenen Funktionen dieser Theile gewähren.

[1] a. a. O. p. 228.

Imago und der der Larve durchaus keine Beziehung: während die Larve der Aasfliege durchaus faulende thierische Substanzen nöthig hat, nährt sich das Imago gelegentlich auch von Zuckerwasser, Milch etc. Eben so beim Schmetterling. Die meisten Raupen der Tagfalter z. B. sind an bestimmte Pflanzen gebunden, d. h. sie fressen nur im äußersten Nothfalle untergeschobenes Futter[1], dagegen nährt sich das Imago von Honig, den verschiedensten Pflanzensäften, ja gelegentlich auch vom Urin phytophager Säugethiere oder der Flüssigkeit an den Exkrementen derselben[2].

[1] Dass die Gewöhnung an anderes Futter bei den sonst sehr wählerischen Schmetterlingsraupen möglich ist, beweisen die vielfach gelungenen Versuche von Schmetterlingszüchtern, durch Änderung der Futterpflanzen bei jungen Räupchen, am Imago Farbenvarietäten zu erzielen. Nach den Mittheilungen meines sehr verehrten Freundes, Dr. Gemminger, der zahlreiche Versuche in dieser Richtung angestellt hat, gelingt es z. B. die Raupe des Wolfsmilchschwärmers, statt ihrer gewöhnlichen Nahrung, der Wolfsmilch, Saponaria unterzuschieben. Die Raupe von Euprepia caja (Bärenspinner), die sonst von allerlei niederen saftigen Kräutern lebt, lässt sich an Walnussblätter gewöhnen. Auch bei diesen Versuchen, die übrigens nur an jungen Raupen gelingen, zeigt sich eine große individuelle Verschiedenheit bezüglich der Annahme des untergeschobenen Futters.

[2] Ich muss hier der Gewohnheit gewisser Tagschmetterlingsarten der Tropen gedenken, sich an den feuchten Rand von Gewässern niederzulassen und mit dem Rüssel den Boden zu untersuchen. Die Arten scheinen der Gattung Coleas nahe verwandt. (Leider ist meine gesammte Schmetterlingsausbeute während schwerer Malariaerkrankung von Insekten völlig zerstört worden, daher eine genauere Feststellung der Art nicht mehr möglich.) Am häufigsten habe ich diese Erscheinung in Brasilien beobachtet, dort sitzen an feuchten sandigen Uferstellen kleiner Gewässer die Schmetterlinge oft zu Hunderten, ja an manchen Stellen zu vielen Tausenden und untersuchen, indem sie langsam fortkriechen, mit dem Rüssel den Boden, jedenfalls nach der mit verwesenden Stoffen gemischten Feuchtigkeit. E. Steinheil theilte mir dieselbe Beobachtung aus Kolumbien mit, ich habe sie früher, obwohl seltener, auch auf den Balearen beobachtet. In Deutschland und dem mittleren Theile von Frankreich dagegen ist sie mir in einer zwanzigjährigen Sammelperiode nur ein paarmal, und da nur im kleinsten Maßstabe vorgekommen. Häufiger mit der Gattung Polyommatus (Bläulinge).

Nicht zu verwechseln ist diese Ansammlung am Rande der Gewässer mit der häufig zu beobachtenden vorübergehenden Versammlung von Schmetterlingen am Rande der Urinlachen auf der Landstraße. Erstere ist eine ständige, sie wiederholt sich während der heißen Zeit bei gutem Wetter täglich um die Mittagsstunden; die Schmetterlinge verlassen in den Nachmittagsstunden nach und nach genau in derselben Richtung den Versammlungsort und kehren am Vormittag des nächsten Tages wieder dahin zurück.

Es bildet dies jedenfalls die Veranlassung zu den räthselhaften, täglich genau um dieselben Stunden wiederkehrenden Schmetterlingszügen, wie ich solche am 10. und 11. December 1881 in der Nähe von São Amaro bei dem Landhause meines Freundes Dr. Drainert (Professor an der Landwirthschaftsschule in São Amaro, Bahia) Vormittags zwischen 10 und 11 Uhr in der Richtung nach dem Ufer des Paragu-assu

Bei diesen Insektenfamilien kann also von einer direkten Beziehung zwischen dem Geschmacksvermögen und der Nahrungswahl für die Brut nicht die Rede sein, diese beruht vielmehr außer auf dem Geruchssinne jedenfalls noch auf anderen, bisher nicht näher bekannten sinnlichen Wahrnehmungen[1].

Denkbar wäre eine Wechselbeziehung zwischen Geschmacksvermögen und Nahrungswahl für die Brut bei den Tenthredinen, obwohl die Nahrungsaufnahme bei dieser Sippe ähnlich wie bei den Wespen durch eine Leckzunge geschieht, so sind die Blattwespen doch durch die wohlausgebildeten Kaukiefer befähigt, die für die Ablage der Eier ausgewählten Blätter wenigstens anzubeißen und den ausfließenden Saft zu kosten. Ob dies wirklich geschieht, habe ich nicht beobachten können, dass dagegen Tenthredinen häufig Jagd auf kleinere Insekten machen, also wie alle vorzugsweise carnivoren Insekten wahrscheinlich mit keinem besonders feinen Geschmackssinne ausgestattet sind[2], habe ich mehrfach beobachtet.

Zutreffend ist jedenfalls die Nahrungswahl für die Brut durch den Geschmackssinn bei den meisten phytophagen Coleopteren (speciell den Chrysomeliden) und die höchste Ausbildung erlangt er bei jenen Hymenopteren, die ihre Brut auffüttern, also bei den Wespen, Bienen, Hummeln und Ameisen.

Möglichst sorgfältige Nahrungswahl ist bei letzterer Thierfamilie nicht nur Existenzfrage für das einzelne Individuum, sondern auch für einen gewissen Theil der Brut.

Man kann wohl behaupten, dass, mit Ausnahme der an specielle Pflanzen gebundenen Phytophagen und der eben erwähnten Hymenopteren, der Geschmackssinn bei den Insekten eine sehr untergeordnete Rolle spielt, um so untergeordneter, je kürzer die Lebensdauer des Imago ist, je größer die Fruchtbarkeit und je günstiger die allgemeinen Existenzbedingungen sind. Dass das bekannte: De gustibus etc. auch

(ein Flüsschen, das sich in die Allerheiligenbai ergießt) und Nachmittags zwischen 3 und 4 Uhr landeinwärts beobachtete. Professor Drainert, der diese Erscheinung schon seit mehreren Jahren mit dem lebhaftesten Interesse verfolgte, hatte mich darauf aufmerksam gemacht.

[1] Ein merkwürdiges Beispiel solcher Nahrungswahl hat Dr. Gemminger beobachtet. Derselbe fand die Raupe von Thyatira Batis (der Brombeereule) auf dem Promenadeplatz in München an dem nordamerikanischen Rubus dulcis, einer Pflanze, die damals noch nicht lange eingeführt war. Die Raupe oder der eierlegende Schmetterling hatte die geeignete Nahrung richtig erkannt, obgleich Rubus dulcis im Aussehen von unseren einheimischen Rubusarten erheblich abweicht.

[2] In der That besitzen die Tenthredinen und Ichneumoniden unter den Hymenopteren anscheinend die geringste Anzahl von Geschmacksbechern, dagegen ist der Geruchssinn hoch entwickelt.

bei den Insekten gilt, haben die Versuche dargethan, abgesehen davon, dass bei den verschiedenen Insektenfamilien die Ansichten über den Begriff wohlschmeckend weit aus einander zu gehen scheinen.

Die Versuche haben z. B. durchweg ergeben, dass den Hymenopteren Chinin jedenfalls nicht angenehm schmeckt, dagegen leben einige Gattungen der Coleopterenfamilie der Brenthiden vorzugsweise unter der Rinde der China-Baumarten, die sie völlig ausnagen. Tabak, namentlich in getrocknetem, für den Handel präparirten Zustande wird von fast allen Insekten sorgfältig gemieden, dagegen leben einige kleine Anobien sehr gern in den Tabakrollen, die sie nach und nach ganz aushöhlen. Diese Beispiele ließen sich außerordentlich vermehren.

Sicher scheint noch zu sein, dass Larven in Bezug auf Nahrung weitaus wählerischer sind, als das betreffende Imago, obgleich der Geruchssinn der Larven (wie mir das zahlreiche in früheren Jahren angestellte Versuche beweisen) im Allgemeinen sehr unentwickelt ist, die Nahrungswahl daher allein durch den Gesichts- und Geschmackssinn erfolgen muss. Indess ist auch bei den phytophagen Larven nicht selten die Nahrung eine sehr verschiedene und auch verschieden schmeckende. Als Beispiel führe ich nur einige Tenthredinen an. So lebt die Larve von Tenthredo atra L. auf Ribes und Salix, T. scalaris Klg. auf Weiden und Erlen, Athalia spinarum F. auf Rosen, Rapspflanzen und weißen Rüben. Es scheint dies direkt mit einer geringeren Entwicklung des Geschmackssinnes bei diesen Larven zusammenzuhängen.

Anatomisch-histologische Untersuchungen.

Allgemeines.

Aus den Versuchen Forel's so wie meinen eigenen vorstehend angeführten, geht unzweifelhaft hervor, dass gewisse Insektenfamilien einen hoch entwickelten Geschmackssinn besitzen. Die specielle Lage der Organe, die diese Sinneswahrnehmung vermitteln, kann kaum anders wo gedacht werden als an den Mundtheilen.

Bei der näheren Betrachtung dieser zeigt sich auch, namentlich bei Zuhilfenahme schärferer Vergrößerungen, eine bedeutende Zahl von Haaren, Borsten und Grübchen mit anscheinend rudimentären Haaren, die, verfolgt man ihren genaueren Bau, unstreitig als Sinnesorgane in Anspruch zu nehmen sind[1].

[1] Dass die Sinnesempfindungen der Insekten, mit Ausnahme des Gesichtssinnes, durch Haare oder Borsten, die je nach den Anforderungen, die hinsichtlich ihrer Perception an sie gestellt werden, mannigfach modificirt sind, vermittelt werden, scheint mir eine natürliche Folge der Integumentalbildung. Der starre Chitinpanzer muss für die peripherischen Enden der Sinnesnerven an bestimmten Stellen durch-

Da das Zustandekommen einer Geschmacksempfindung ohne direkte Berührung zwischen der zu schmeckenden Substanz und dem percipirenden Nervenendapparat nicht gedacht werden kann, so sind von einer Deutung als Geschmacksorgane alle jene Sinneshaare oder Borsten ausgeschlossen, deren Nervenendigung nicht frei in der Oberfläche der Cuticula liegt oder die vollständig von ihr umhüllt ist (Geruchsorgan und undurchbohrte Sinneshaare).

Zudem muss die Möglichkeit vorhanden sein, dass wenigstens ein Theil dieser Gebilde mit Speichel oder einer diesem ähnlichen Sekretionsflüssigkeit übergossen werden kann, theils zum Zwecke der Lösung für ungelöste Nahrung, theils zur Reinigung der Endapparate, um diese für neue Eindrücke tauglich zu machen.

Endorgane, welche alle diese Voraussetzungen erfüllen, finden sich, wie mir das eine große Untersuchungsreihe auf das Unzweifelhafteste darthut, bei fast allen Insektenfamilien. Am schärfsten ausgeprägt und am zahlreichsten bei jenen Hymenopteren, die ihre Brut ernähren; die Geschmacksorgane dieser Gruppe sollen daher gewissermaßen als Typus der Geschmacksorgane bei den Insekten angesehen und an die Spitze der Untersuchungsreihe gerückt werden.

Die Geschmacksorgane der Hymenopteren.

Der Sitz des Geschmacksorganes bei den Hymenopteren wird von Meinert[1] bei Ameisen an den Grund der Zunge und auf die Unterfläche der Maxillen, von Forel[2], der die Ansicht Meinert's theilt, auch

brochen werden, zu gleicher Zeit müssen diese peripherischen Endorgane möglichst über die Oberfläche der Cuticula herausragen, um die Möglichkeit der Wahrnehmung zu vergrößern, damit bedürfen diese Endapparate aber auch eines besonderen Schutzes, also einer eigenen cuticulären Chitinhülle.

Weitaus die meisten Borsten sind am unteren Ende mit einem Knopfe versehen, der in einer kugelförmigen Höhlung oder Einsenkung der Cuticula der Borste Bewegung nach allen Richtungen gestattet. Dies ist nöthig, um einerseits das Abbrechen zu verhüten, andererseits ist der Zug, bei dem durch irgend welche äußere Einwirkung die Sinnesborste aus ihrer normalen Lage gebracht wird, eben das Mittel um diese Einwirkung im Nervenendapparate zur Perception zu bringen.

Den ringförmigen Abschluss zwischen Endknopf und Höhlung bilden feine Chitinmembranen. Die dachziegel- oder schuppenförmige Anordnung der einzelnen chitinösen Epithelialplatten in der Mundhöhle scheint mir eben so leicht verständlich.

Bei der Nahrungsaufnahme und den mannigfaltigen durch die Mundtheile zu vollführenden Bewegungen muss die Mundhöhle eine möglichst leichte Verschiebung und Biegung nach allen Seiten gestatten; durch die Anordnung der durch feinere chitinöse Membranen verbundenen Epithelialplatten ist eine solche Bewegung nach den verschiedensten Richtungen leicht ausführbar, ohne dass der Bau der ohnehin sehr komplicirten Mundwerkzeuge noch mehr verwickelt wird.

[1] a. a. O. p. 66. [2] Les Fourmis de la Suisse. p. 117.

an die Spitze der Zunge, von Wolf[1] bei der Honigbiene auf die herzförmige Platte (Hypopharynx), von Joseph[2] bei Insekten überhaupt in die Mundhöhle und von Kräpelin[3] (der allerdings nur diese untersucht hat) bei Bombus an die Spitze der Unterlippe (des Rüssels) verlegt. Forel und Joseph sind auch der Meinung, dass das Wolf'sche Riechorgan Geschmacksorgan sein könne.

Der äußere Bau des peripherischen Endapparates wird von den Autoren ziemlich übereinstimmend in folgender Weise beschrieben. Grübchen in der Cuticula am Rande mit einem stärkeren Chitinwall umgeben, oben offen, am Boden geschlossen durch eine feinere Membran, die von einem Nervenende (Achsencylinder, Achsenstrang, Chorda der Autoren) durchbrochen wird, dessen apicales über die Membran vorragendes Ende von einem der Längsachse nach durchbohrten, kurzen, starken Chitinstift (Stützkegel) geschützt wird, während das basale Ende sich in einem Nervengeflecht verliert. Joseph glaubt noch ein mit wasserhellem Protoplasma gefülltes Bläschen am basalen Ende des Nerven zu erkennen, das sich unter dem Einflusse gewisser Reagentien verschieden färbt.

Weitere genaue Angaben hat neuerdings Forel[4] gemacht, der unter jedem Endorgan (auf der Unterseite der Maxille von F. rufibarbis ♀) eine große ganglionäre Zelle entdeckt hat, in die sich der schon erwähnte Nervenstift (en bâtonnet, Achsencylinder) basalwärts verliert.

Der feinere Bau der fraglichen Organe ist durch die vorstehend kurz wiedergegebenen Untersuchungen keineswegs klar gestellt, eben so wenig ist erwiesen, welche Endorgane in den Mundtheilen als Geschmacksorgane zu deuten sind: ich habe desshalb die Mundtheile von Vespa vulgaris ♀[5] einer genauen Prüfung unterzogen, deren Resultat mit dem bei

[1] a. a. O. p. 77. [2] a. a. O. p. 227.

[3] Über die Mundwerkzeuge der saugenden Insekten. p. 575.

[4] Études myrmecologiques en 1884. p. 19—20.

[5] Ich habe Vespa vulgaris aus verschiedenen Gründen zur specielleren Untersuchung gewählt. Das genannte Insekt zeichnet sich, wie das meine Versuche ergaben, durch einen wohlentwickelten Geschmackssinn aus, die Mundtheile sind noch nie eingehend untersucht worden und nicht in letzter Linie war die Leichtigkeit der Beschaffung genügenden Arbeitsmateriales maßgebend. Im Herbste finden sich in den Nestern der Wespe die verschiedensten Entwicklungsstadien vom Ei bis zum vollständig ausgebildeten Imago vor.

Nach einer Entfettung der frischen Larven in Schwefeläther und Härtung derselben in einer Mischung von Pikrinschwefelsäure und Chromsäure lassen dieselben sich monatelang in 70%igem Alkohol für die feinsten Untersuchungen völlig brauchbar aufbewahren.

Genauere Angaben über die Präparationsmethoden folgen in der Fortsetzung vorliegender Arbeit.

anderen Hauptgruppen der Hymenopteren, den Formiciden, Ichneumoniden und Tenthredinen verglichen und bin dabei zu dem Ergebnis gelangt, dass unter Berücksichtigung der Eingangs des anatomischen Theils dieser Ausführungen aufgestellten Vorbedingungen, die peripherischen, den Geschmack vermittelnden Endorgane an der Spitze und der Basis der Zungen (wo Nebenzungen [Paraglossen] vorhanden, auch an der Spitze dieser) und auf der Unterseite der Maxillen gelegen sind.

Die Zunge von Vespa vulgaris ♀ ist eine zweigelappte Leckzunge (Fig. 1) von halbmondförmigem Querschnitte (Fig. 2); zu beiden Seiten schließen sich die wohlausgebildeten Nebenzungen (Paraglossen) an. Die Oberfläche der eigentlichen Zunge, bis nahe an die Basis, so wie das vordere Drittel der Nebenzungen ist mit Reihen feiner, spatelförmiger Chitinhäkchen besetzt, die mit ihrem breiteren basalen Ende auf quer über die Zunge gelegten Chitinleisten aufsitzen (Fig. 1 *a*). Die Richtung dieser Häkchen, die von der Basis nach der Mitte sich verschmälernd, von da bis zum Ende wieder breiter werden und oben gerade abgeschnitten sind (Fig. 1 *a*), geht unter spitzem Winkel nach vorn (Fig. 5 *Hb*): das apikale Ende ist hakenförmig nach aufwärts gekrümmt. Dieselbe Anordnung zeigt der Hakenbesatz der Nebenzungen.

Auf der Unterseite der Spitzen von Zunge und Paraglossen findet sich je ein ovales Chitinplättchen (Fig. 1 und 5 *Chp*), jedenfalls dem Zungenlöffel bei Bienen und Hummeln gleichwerthig. Bei den Vespiden ist dieses Plättchen offenbar Schutzplatte für den darüber liegenden ausgedehnten Nervenendapparat.

Den äußeren Rand dieser Schutzplatte umgiebt ein dichter Kranz langer feiner Härchen (Fig. 1 und 5 *Sh*), die am apikalen Ende etwas nach aufwärts gekrümmt sind. Gleichfalls auf der Unterseite etwas weiter rückwärts sind 8 Haare (Tasthaare) in einem Halbkreis mit der Richtung nach vor- und abwärts in die Schutzplatte eingelenkt (Fig. 5 *Tb*).

Auf der Oberseite der Zungenspitze findet sich ein Kranz von 12 bis 16 und alternirend mit diesem etwas weiter rückwärts ein zweiter von 8 Borsten, mit der Richtung nach vor- und aufwärts, die sich ihrem äußeren Ansehen nach wesentlich von den Tasthaaren unterscheiden. Ich bezeichne diese Borsten vorläufig als terminale Sinnesborsten der Zungenspitze; sie sind kurz stumpf, am basalen Ende in den oberen Theil eines champagnerpfropfenförmigen Chitinröhrchens eingelenkt, zeigen im Inneren eine Höhlung oder eine Rinne und werden überragt von dem Haarkranz der Schutzplatte (Fig. 5 *Gs* und *Sh*). Genau dieselben Verhältnisse finden sich an den Spitzen der Nebenzungen, auch bei diesen beträgt die Zahl der terminalen Sinnesborsten in der hinteren

Reihe 8, in der vorderen 12—16 (Fig. 1 *Gs*). An der von Hakenbesatz freien Basis der Zunge (Fig. 1 *Gb* und Fig. 4 *Gb* Querschnitt) finden sich zunächst in der Mitte einige Reihen nach vorn knieförmig umgebogener Härchen, die von der Ausmündung des medianen Brustspeichelganges bis zum Hakenbesatz der Zunge nahezu ein Dreieck bildend (Fig. 1 und 4 *Lh*), jedenfalls dazu bestimmt sind, den Speichel über die zu beiden Seiten der Haarreihen nach außen abfallende Zungenbasis weg, auf den Hakenbesatz der Zunge zu leiten.

Zu beiden Seiten der Leithaare liegen auf der nach außen abfallenden Basis der Zunge Gruppen von je 18—22 runden Grübchen mit ca. 5 μ Durchmesser (μ = 0,001 mm)[1], die sich schon bei schwächerer Vergrößerung deutlich durch ihre Helligkeit von der dunkleren Cuticula der Zungenbasis abheben. Bei stärkerer Vergrößerung nimmt man in jedem Grübchen einen hellen kurzen Stift wahr, der von einem etwas dunkleren Walle umgeben ist, so dass das ganze Gebilde den Eindruck zweier heller koncentrischer Kreise auf dunklem Grunde macht (Fig. 1 *Gb*).

Ähnliche Grübchen wie die an der Basis der Zunge finden sich auch an der Unterseite (der Zunge zugewendet) der Maxille (Fig. 3 *Gm*). Diese Grübchen besitzen 5,7 μ Durchmesser, nach der Basis werden sie etwas enger (Fig. 8 *a*). Der den Boden durchbrechende Achsencylinder ragt aus dem Grübchen vor und besitzt einen starken Stützkegel (Fig. 8 *Sk*).

Die Grübchen, deren Zahl zwischen 76 und 82 schwankt, sind über die ganze Vorderhälfte der Maxillenunterseite ausgestreut, sie stehen zahlreicher nach der Spitze zu, basalwärts werden sie sparsamer, ihre Anordnung ergiebt sich aus Fig. 3 *Gm*.

Über den ganzen mit Grübchen besetzten Theil der Maxille breitet sich ein Fächer von 17—21 starken Borsten aus (Fig. 3 und 4 *Shm*). Diese Borsten scheinen eine starke Mittelrinne oder eine Höhlung mit einer feinen Öffnung an der Spitze zu besitzen, es ist unzweifelhaft, dass sie bei der Nahrungsaufnahme eine Funktion übernehmen, denn ich habe bei Wespen, die ich kurz nach der Nahrungsaufnahme tödtete und untersuchte, diese Borsten mit einem dunklen, durch hellere, bikonkave Partien unterbrochenen Streifen ausgezeichnet gefunden. Die dunkleren Stellen rührten unzweifelhaft von eingedrungener Luft her, während die helleren Partien Tröpfchen einer Flüssigkeit darstellen, die in Folge der

[1] Zur Unterstützung der Vorstellung über die außerordentliche Kleinheit dieser Gebilde dürfte ein Vergleich nicht uninteressant sein. Ein mittelstarkes Menschenhaar misst 0,035—0,04 mm oder 35—40 μ im Durchmesser, die fraglichen Grübchen haben daher nur einen Durchmesser, der den siebenten bis achten Theil von dem eines Menschenhaares beträgt.

Kapillarität den Wänden der Rinne oder des Röhrchens anhaftet. Bei Wespen, die lange gefastet und bei frisch ausgeschlüpften Individuen, die noch keine Nahrung aufgenommen hatten, war die erwähnte Erscheinung nie zu beobachten.

Behufs genauer Untersuchung der unter dem Integument liegenden Theile des peripherischen Endapparates der besprochenen Organe wurden zahlreiche Köpfe von Vespa vulgaris in dorsoventrale Längs- und Querschnitte und in Horizontalschnitte zerlegt.

Bei der Kleinheit der zu untersuchenden Gebilde und dem Widerstande, den die cuticulare Chitinhülle dem Messer entgegensetzt, ist es schwierig, vollkommen gute Schnitte zu erhalten; ich habe diese Schwierigkeiten dadurch zu beseitigen versucht, dass ich völlig ausgebildete Imagines, deren Cuticula jedoch noch nicht erhärtet war, zur Untersuchung benutzte; um jedoch bezüglich der feineren Struktur sicher zu gehen, habe ich, so weit es irgend möglich war, die einschlägigen Verhältnisse mit denen am ausgebildeten Insekt verglichen und dabei nicht die geringste Abweichung konstatiren können.

Der terminale Nervenendapparat an den Spitzen der Zunge und denen der Paraglossen.

Die Chitinschutzplatte an der Unterseite der Zungen und Paraglossenspitzen zeigt sich auf gelungenen Schnitten (Fig. 5 *Chs*) schalenförmig nach unten vertieft. In dem Hohlraume, der nach oben von dem integumentalen Hakenbesatz der Zunge überdeckt ist, findet sich an dem champagnerpfropfenförmigen Basaltheil jeder terminalen Sinnesborste ein langgestrecktes, schlauchförmiges Gebilde, dessen unterer Theil etwas angeschwollen erscheint (Fig. 5 und 6), sich darauf rasch verengert und in einen der großen Zungennerven übergeht, der obere Theil geht allmählich in den pfropfenförmigen Stiel der Borste über (Fig. 5 und 6 *Chp*).

Auf tingirten Längsschnitten erscheint der erwähnte Schlauch als die ziemlich dickwandige Hülle eines zweiten inneren Schlauches, der am verdickten basalen Ende (der Verdickung der Hülle entsprechend) 5—7 große runde Zellen (Fig. 5 und 6 *Sz*) einschließt, sich dann nach rückwärts fast plötzlich zu einem zarten Nervenfaden verdünnt, der die äußere dickwandige Hülle durchbrechend sich in einem der großen Zungennerven verliert, das apicale Ende dieses Innenschlauches ist lang ausgezogen, nimmt in der Hälfte seiner Länge allmählich an Durchmesser ab, bis es schließlich in einen feinen Faden übergeht, dessen äußerste etwas abgerundete Spitze wenig über die obere Öffnung am pfropfenförmigen Basaltheile der terminalen Sinnesborste herausragt (Fig. 5

und 6 *Ac*). Der vordere Theil der Borste ist mit einer tiefen Rinne versehen, so dass die Spitze des Innenschlauches frei und äußeren Einflüssen zugänglich ist (Fig. 6 *a*).

Die Wände des äußeren Schlauches sind von grobkörniger Struktur mit hier und da eingestreuten Kernen, in denen deutlich dunklere Kernkörperchen wahrnehmbar sind.

Die großen Zellen des Innenschlauches sind unstreitig Sinneszellen, jedenfalls bipolar, obgleich ich das mit Sicherheit bis jetzt nicht konstatiren konnte, die Kerne sind hell und besitzen ebenfalls 1 oder 2 dunkle Kernkörperchen, das apicale Ende ist jedenfalls der von einem Neurilemm umhüllte Achsencylinder; es zeigt deutlich (auf Längsschnitten) eine dunklere Rinde, die einen feinen Faden mehr faseriger Struktur umhüllt. Dieses Neurilemm umschließt auch die am basalen Ende befindlichen Sinneszellen.

Der freie Zwischenraum zwischen beiden Schläuchen scheint mit einer hellen Flüssigkeit gefüllt.

Ob die Öffnung bei *a* Fig. 6 mit einer feinen Membran geschlossen ist, vermag ich mit Bestimmtheit nicht zu sagen; der Umstand, dass die Spitze des Achsencylinders bald mehr, bald weniger in die Rinne der Endborste hineinragt, ferner die ganz verschiedene Lage dieser Spitze zu der Wandung des pfropfenförmigen Hohlcylinders lässt vermuthen, dass diese Öffnung nicht verschlossen ist. Ob bei der geringen Weite von 4,5 μ der Austritt eines Sekrets stattfinden kann, ist fraglich, doch scheint dies in der That der Fall zu sein, denn ich habe auch bei diesen Borsten, wenn ich sie von Wespen untersuchte, die kurz vor dem Abtödten Nahrung aufgenommen hatten, genau dieselbe Erscheinung gefunden, wie ich sie oben bei dem Fächerkranz der Maxillenborsten angegeben habe.

Außer diesen radial angeordneten Endapparaten der terminalen Sinnesborsten befinden sich in dem Hohlraum der Zungenspitze noch die zu den Tastborsten (Fig. 5 *Tb*) gehörigen Nervenendigungen und eine Anzahl großer, runder Zellen, die mir drüsigen Charakter zu haben scheinen. Von sämmtlichen Sinnesorganen gehen sowohl durch die beiden Lappen der Zunge wie durch die Paraglossen 8 Nervenstränge (*N*) ab, von denen die 6 oberen zu einem Büschel vereinigt den terminalen Sinnesborsten, die beiden unteren den Tastborsten angehören. Sämmtliche Nervenstränge zeigen in ihrem Verlauf mehrmals varicöse Anschwellungen, deren jede einen deutlichen Kern enthält[1].

[1] Mir machen diese Nervenstränge den Eindruck langgestreckter bipolarer Zellen, die an einander gereiht in einer gemeinsamen Nervenscheide liegen. Die Sache bedarf jedoch erst einer eingehenderen Untersuchung. Es ist mir bis jetzt

Die Becherorgane an der Zungenbasis.

An den oben näher bezeichneten Punkten, an denen drei der cuticularen Chitinplatten, die verbunden durch feinere Membranen das Integument der Zungenbasis bilden, zusammenstoßen, erhebt sich ein schmaler, ringförmiger Wulst, der nach oben eine kreisrunde Öffnung von 5 μ Durchmesser begrenzt. Diese Öffnung bildet den Eingang zu einem Kanal, der basalwärts sich erweiternd die Cuticula durchbricht (Fig. 7 *a*). Etwa 5 μ unter dem oberen Rande der Öffnung ist ein Theil des Kanals durch eine feine Membran abgeschlossen, so dass im oberen Theil der Cuticula ein etwas nach oben gewölbtes Grübchen (Fig. 7 *a*) entsteht. Durchbrochen wird diese Membran in der Mitte von dem apicalen Ende eines hellen Achsencylinders, der die Oberfläche der Cuticula nicht erreicht und sich basalwärts in ein mit hellem Protoplasma (?) gefülltes länglich-ovales Bläschen verliert, dessen unteres Ende 5—7 große Zellen mit deutlichen helleren Kernen enthält (Sinneszellen). Das Bläschen scheint zunächst mit einer Nervenscheide umhüllt, die nach außen noch mit einem dickwandigen Schlauch, gleich dem, wie er bei dem terminalen Endapparat der Zungenspitze beschrieben wurde. Am basalen Ende des Schlauches geht ein Nerv ab (Fig. 7 *Nb*), der sich wahrscheinlich mit einem der großen Zungennervenstränge vereinigt. Die feinere histologische Struktur des Achsencylinders habe ich nicht ermitteln können, eben so wenig den Austritt eines Nervenstranges aus dem inneren, die Zellen enthaltenden Bläschen. (Ich möchte hier nebenbei bemerken, dass ich mich in diesen Ausführungen streng an das halte, was ich wirklich habe ermitteln können, die Vermuthung liegt z. B. im gegenwärtigen Falle sehr nahe, dass die Zellen des Bläschens bipolar sind, dass der Achsencylinder sich in mehrere feinere Fasern theilt, die mit dem einen Pol der Sinneszellen in Verbindung stehen, und dass die vom basalen Pol der Zellen abgehenden Fasern sie eben so vereinigen und in den oben erwähnten Nervenstrang [Fig. 7 *Nb*] eintreten resp. von ihm umhüllt werden, doch sind das eben nur Vermuthungen, die der Unterlage einer völlig sicheren Beobachtung entbehren.)

Unter dem Nervenendapparat, dessen größere Hälfte in der Matrixschicht liegt, und außerhalb dieser Schicht liegt eine Reihe acinöser Drüsen (Fig. 7 *Dz*). Die Ausführungsgänge dieser Drüsen habe ich vor-

noch nicht gelungen den weiteren Verlauf der Zungennerven genau an Schnitten festzustellen. Auf transparenten Präparaten, die eine schwache Tingirung bekommen haben, scheinen die Nervenstränge der Zunge und der Paraglossen sich zu vereinigen und die von den Becherorganen der Zungenbasis herkommenden Nervenzweige aufzunehmen.

läufig mit Sicherheit nicht nachweisen können, indess scheint es, dass dieselben in jene feinen Porenkanäle einmünden, welche zwischen den mit starken Borsten besetzten Basaltheil der Paraglossen einmünden (Fig. 1 *K*). Diese Borstenpolster (Fig. 1 *K*), von Forel sehr bezeichnend »Kamm« (peigne) genannt, finden sich zu beiden Seiten der Zungenbasis auch bei jenen Hymenopterenfamilien, deren Paraglossen verkümmert sind. Die Borsten, die eine ähnliche Rinnenvorrichtung besitzen, wie die terminalen Borsten der Zungenspitze, konvergiren gegen die Medianebene der Zunge und erstrecken sich bei der Nahrungsaufnahme jedenfalls über die beiden Grübchenfelder an der Basis der Zunge.

Die Becherorgane an der Unterseite der Maxillen.

Die Becherorgane an der Unterseite der Maxillen sind denen an der Zungenbasis völlig gleich (Fig. 8), namentlich was den feineren Bau des peripherischen Nervenendes anlangt. Der einzige Unterschied zwischen den beiden äußeren Bechern besteht darin, dass, wie dies auf den Querschnitten (Fig. 8 *a*) unschwer zu sehen ist, die Mündung des Kanales sich nach oben etwas erweitert und dass der Achsencylinder über die Oberfläche der Cuticula vorragt; es ist dem zufolge sowohl die den Becher abschließende Bodenmembran etwas stärker und der Achsencylinder durch einen ziemlich starken der Länge nach durchbohrten Stützkegel geschützt. Vom unteren Ende des ganzen Gebildes geht ebenfalls ein Nerv ab, der sich mit einem der Maxillennervenstränge vereinigt. Der Eintritt eines von den Sinneszellen bei *Sz* (Fig. 8) herkommenden Nervenendes in den Nerv bei *b* ist hier deutlich wahrzunehmen. Die das Bläschen bei *c* erfüllende Protoplasmamasse ist eben so wie die gleiche bei den Organen der Zungenbasis wasserhell und zeigt nur gegen das obere Ende eine ganz leichte Körnelung.

Außer dem Nerv, den erwähnten Nervenendapparaten und den Organen der Tastborsten zeigt die Höhlung der Maxillen noch einige Gebilde drüsigen Aussehens, über die ich jedoch keine weiteren Angaben zu machen vermag. Bei den Weibchen von Vespa vulgaris zeigt sich, geringe individuelle Verschiedenheit abgerechnet, Anordnung und Bau der gesammten eben beschriebenen Organe genau eben so wie bei den Arbeitern des genannten Insektes. Männchen konnte ich bis jetzt leider noch nicht untersuchen.

Bevor ich zur Deutung der Funktion, sowohl der terminalen Sinnesborsten, wie der Becherorgane übergehe, ist es nöthig dieselben Organe einiger weiterer Gruppen der Hymenopteren zur Vergleichung heranzuziehen.

Die Tenthrediniden (Blattwespen) zeigen im Bau ihrer Mund-

theile viele Ähnlichkeit mit dem der Vespiden, leider stand mir bisher das Untersuchungsmaterial noch nicht so ausreichend zu Gebote, dass ich im Stande wäre sichere Angaben über Einzelheiten zu machen. So viel sich bis jetzt feststellen lässt, haben die Individuen dieser Sippe an den Seiten der Zungenbasis Gruppen von je acht Bechern, die so ziemlich dieselben Verhältnisse zeigen, wie die gleichen Grübchen bei Vespa. Auf der Maxillenunterseite scheinen diese Becher im Gegensatz zu Vespa sehr sparsam (kaum sechs bis sieben) vorhanden zu sein, eben so ist die Zahl der Borsten an Zungen- und Nebenzungenspitze, die als terminale Sinnesborsten zu deuten sind, eine geringe (etwa sieben). Auffallend ist die Größe der Becher (Grübchen), sie beträgt bei einer echten Tenthredo für die der Zungenbasis 14,8 μ, für die der Maxillenunterseite 16,7 μ. Also fast das Dreifache von dem bei allen Hymenopterenfamilien.

Die Ichneumoniden besitzen eine Leckzunge, die im äußeren Bau der von Vespa sehr ähnlich ist. Ich habe als Beispiel Ichneumon culpatoris Schrk. ♀ gewählt (Fig. 9, 10, 11). Der Hakenbesatz bedeckt die vorderen zwei Dritttheile der Zungenoberseite. Der äußerste Rand der beiden Lappen an der Spitze ist mit eben solch feinen, an der Spitze etwas aufgebogenen Härchen besetzt, die von darunter gelegenen Tastborsten (Fig. 9 *Sh* und *Tb*) überragt werden wie bei Vespa. Geschützt von diesen Härchen finden sich etwas hinter dem Vorderrande der Zungenspitzen je 25 terminale Sinnesborsten von genau dem gleichen Bau wie bei Vespa, nämlich starke kurze Endborsten, eingelenkt in einen champagnerpfropfenförmigen über die Cuticula vorragenden Basaltheil.

Auf dem hakenbesatzfreien Basaltheil der Zunge finden sich beiderseits unregelmäßig zerstreut Gruppen von 12—14 Grübchen von 2,5 μ Durchmesser mit einem deutlichen helleren Mittelstift. Das dreieckige Feld der nach vorwärts gebogenen hakenförmigen Härchen der Wespenzunge fehlt, dagegen ist trotz des Fehlens der Nebenzungen der Kamm zu beiden Seiten der Zungenbasis (Fig. 9 *K*) wohl ausgebildet. Das Grübchenfeld auf der Unterseite der Maxillen ist so ziemlich in der Mitte dieser gelegen (Fig. 10 *Gm*); es ist besetzt mit 9—12 Bechern von 3,3 μ Durchmesser und 4 μ Tiefe. Die Wände der Becher sind, wie aus der bedeutend vergrößerten Abbildung (Fig. 11 *Gm*) hervorgeht, mehr cylindrisch als bei Vespa, der Achsenstrang ragt eben so wie dort aus dem Becher vor und ist durch einen starken Stützkegel geschützt. Überragt wird das ganze Grübchenfeld von 10—14 kurzen starken Borsten (Fig. 10 *Shm*), die sehr deutlich eine flache Mittelrinne (Fig. 10 *Shm*) zeigen. Am Grunde jeder Borste kann ich auch auf das Bestimmteste eine feine Öffnung wahrnehmen, die auf der Seite der Rinne gelegen diese mit einem Sekret zu versorgen scheint (Fig. 10 *Shmb*).

Die Zungen und die Maxillen bei den verschiedensten europäischen Ameisenarten sind von Meinert und Forel auf das Genaueste beschrieben worden, ich kann mich daher auf eine kurze Wiedergabe der Untersuchungsresultate beider Autoren, die ich völlig zutreffend gefunden habe, beschränken. Ich füge zur Kontrolle die einschlägigen Verhältnisse bei einer südamerikanischen Ameisenart an, der Sa-úba (Atta cephalotes ♀)[1], die sich durch einen sehr entwickelten Geschmackssinn

[1] Es erscheint merkwürdig, dass die Sa-úba-Ameise (Atta cephalotes), die bekanntermaßen in ihrem Vaterlande Brasilien Baumblätter mit Hilfe ihrer Mandibeln in etwa pfenniggroße Stücke zertheilt und diese entweder als Nahrung oder zur Auskleidung der Gänge in ihre unterirdische Wohnung trägt, am liebsten Gewächse angreift, die ursprünglich nicht in ihrem Vaterlande heimisch sind.

Auf der Mucury-Kolonie in Brasilien (Südosten der Provinz Minas Geraës 18° s. Br.) waren besonders die Orangenbäume, die Rosen und die europäischen Gemüse der Zerstörung durch diese Landplage ausgesetzt und die Kolonisten können dort ihre Gemüsepflanzungen nur durch seichte Wassergräben, mit denen sie jedes einzelne Beet umgeben, schützen. Bäume werden in Brusthöhe mit trichterförmigen Blechringen, das weite Ende nach abwärts, umnagelt. Fehlt das Wasser, so werden die Gemüsebeete auch wohl auf einem großen Kasten aus roh behauenen Dielen, der auf vier je circa 1 m hohen Pfosten ruht, angelegt. Die Pfosten werden in derselben Weise geschützt wie die Bäume.

Von der Raschheit der Zerstörung durch die Sa-úba macht man sich, ohne es mit angesehen zu haben, schwer eine richtige Vorstellung. Von einem Baum, auf dem die genannte Ameise arbeitet, rieselt ein beständiger Regen von abgeschnittenen Blattstückchen nieder, die von den unten harrenden Arbeitern rasch in den Bau in Sicherheit gebracht werden. In wenigen Stunden ist ein mittelgroßer Baum völlig seiner Blätter beraubt.

Die Sa-úba ist sehr wählerisch. Oft habe ich in den Roças (Pflanzungen) und in der Caboeira (dem Buschwerke, das auf einer gerodeten Urwaldstrecke [Derobade] wächst), mitunter auch am Rande des Urwaldes, kleine Trupps Sa-úba beobachtet, die gleichsam auf Rekognoscirung ausgingen, auch wohl bei dem einen oder dem anderen Busche den Versuch machten Blattstückchen abzuschneiden, ohne diesen Versuch jedoch zu Ende zu führen. Mag nun auch der Zähigkeitsgrad der Blätter mit ein Grund zum Verlassen der begonnenen Arbeit sein, so werden doch auch die Geschmacksorgane, die bei der Sa-úba sehr ausgebildet sind, durch den ausfließenden Blattsaft unwillkürlich als beurtheilende Organe mit beigezogen. Ich habe wenigstens öfter beobachtet, wie die Ameise nach einem der erwähnten Probeversuche sich Zunge und Mandibeln emsig reinigte, wobei sie sich eben so benahm, wie ich das später an Wespen, die an übelschmeckende Nahrung gerathen waren, wahrgenommen habe.

Dass das Insekt die Blätter des veredelten Orangenbaumes mit Vorliebe zu seinen Angriffen wählt, die wilden Triebe dagegen, die demselben Stamm entsprossen, unberührt lässt, scheint ebenfalls auf eine Unterscheidung durch den Geschmackssinn hinzudeuten. Merkwürdig bleibt es jedenfalls, dass dort die eingeführten Gewächse besonders unter den Angriffen der Insekten zu leiden haben, während, nach entomologischen Erfahrungen, in Europa das umgekehrte Verhältnis

auszeichnet. Bei allen Ameisenarten, die ich bis jetzt untersuchte, fällt zunächst ein Umstand auf, den ich für die Deutung der analogen Organe an der Zungenspitze der übrigen Hymenopterenfamilien für sehr wichtig halte, die terminalen Sinnesborsten sind hier durch Becher oder Grübchen ersetzt, die genau den gleichen Bau zeigen, wie die Grübchen an der Zungenbasis und der Maxillenunterseite (Fig. 12 *Gs*). Die beiden Chitinlamellen, die Forel an der Zunge von Formica pratensis ♀ angiebt, sind jedenfalls der Schutzplatte bei den Vespiden und Tenthredinen so wie dem Löffelchen der Apiden morphologisch gleich. Sie finden sich auch bei Atta.

Die Zahl der Grübchen an der Zungenspitze ist nie besonders groß. So sind z. B. bei Lasius flavus ♀ nur 6 mit 4 μ Durchmesser, bei Atta cephalotes ♂ mit 5 μ Durchmesser vorhanden. Deutlich ist in der Mitte des ziemlich cylindrischen Bechers das helle Ende des Achsencylinders erkennbar, der durch einen schwachen Stützkegel geschützt ist, jedoch nicht über die Oberfläche der Cuticula vorragt.

Die Grübchen auf der freien Zungenbasis stehen meist in einer regelmäßigen, seltener wie bei der Sa-úba in zwei unregelmäßigen Reihen, die mit der hinteren Grenzlinie des Hakenbesatzes der Zunge ziemlich parallel laufen (bei der Sa-úba ist der Abstand in der Medianebene etwas größer als an den Enden). Die Zahl der Grübchen, die in Bau und Größe denen an der Zungenspitze völlig gleich sind, variirt nicht nur bei den verschiedenen Arten sehr beträchtlich, sondern sie ist auch bei derselben Art großen individuellen Schwankungen unterworfen. Ich zähle z. B. bei Lasius flavus an verschiedenen Individuen 20—24. Bei Atta (Fig. 12 *Gb*) 40—52.

Die Grübchen auf den Maxillen stehen ausnahmslos in einer Reihe, die so ziemlich parallel mit dem äußeren zunächstliegenden Rand der Maxille in einiger Entfernung von diesem verläuft (Fig. 13 *Gm*). Eben so erstreckt sich längs der ganzen Grübchenreihe, diese mit den Spitzen eben noch überdeckend oder berührend und so ziemlich parallel zu ihr eine dichtgedrängte Reihe Borsten hin (Fig. 13 *Shm*), die in ihrem Bau genau den Schutzborsten auf den Maxillen bei den übrigen Hymenopterenfamilien gleichen.

Die Zahl der Grübchen ist hier noch größeren individuellen Schwankungen unterworfen als bei den gleichen Gebilden auf der Zunge; so finde ich bei Lasius flavus ♀ auf der rechten Maxille sieben, auf der linken acht Grübchen mit fast 5 μ Durchmesser. Der Bau der Gebilde ist genau der gleiche wie bei denen an Zungenbasis und Spitze. Sehr

stattfindet. So bleibt z. B. die Rosskastanie, die Platane, der Pfirsichbaum, der Nussbaum bei uns von Insektenangriffen fast völlig verschont.

merkwürdig ist die Lage und der äußere Bau der Grübchen bei der Sa-úba. Die Grübchen erscheinen hier stark trichterförmig, der obere Rand nach der Maxillenspitze hin in einen Winkel ausgezogen (Fig. 14 *Gm*). Der obere Durchmesser nach der Schmalseite beträgt durchschnittlich 4,5—5 μ, der untere nur 2,5—3 μ. Der Achsencylinder in Mitte des Grübchenbodens zeichnet sich sehr scharf von der Umgebung durch seine Helligkeit ab, der Stützkegel ist stärker als bei den Grübchen der Zunge, er ragt jedoch ebenfalls nicht über die Oberfläche der Cuticula vor.

Die gegenseitige Lage der Grübchen ist fast bei jedem Individuum (ich habe deren 12 untersucht) eine andere, eben so die Zahl eine sehr verschiedene. Letztere schwankt zwischen 12 und 15. Meist sind je zwei benachbarte Grübchen in der Weise, wie bei Fig. 14 *Gm* angegeben, fast verschmolzen, bei einzelnen Individuen sah ich sogar drei solche verkuppelte Grübchen, dazwischen stehen einzelne, oder die ganze Reihe ist paarig verkuppelt und nur das letzte einzeln (wie bei Fig. 13 *Gm*), kurz es herrscht hier die denkbar größte Mannigfaltigkeit.

Die Saugzunge der Apiden ist von Wolf bei Apis mellifica und von Kraepelin bei Bombus untersucht, ich habe meine eigenen Untersuchungen über eine größere Zahl von Bombusarten, einer Art Osmia und Apis mellifica ♀ ausgedehnt.

Terminale Sinnesborsten (schon von Kraepelin bei Bombus beobachtet) finden sich an der Spitze der Zunge und längs der unteren Rüsselrinne bei allen Apiden; sie weichen im Bau etwas von denen der Vespiden und Ichneumoniden ab. Die Borste ist länger, schlanker, indess auch mit einer Rinne versehen, bezüglich der ich dieselbe Beobachtung gemacht habe wie bei Vespa, der pfropfenförmige Basaltheil ist sehr kurz und steht in einer kleinen Grube, so dass der Bau dem der Tastborsten sehr nahe kommt (Fig. 15 *Gs*). Vor diesen terminalen Borsten am Stiel des Löffelchens und zwar so, dass die letzteren die ersteren überragen, findet sich ein dichter Kranz feiner Härchen, die jedenfalls den Schutzhärchen an den Spitzen der Wespenzunge homolog sind; vor diesen Härchen mit eben solchen auf der Fläche besetzt ragt das schalenförmig vertiefte Löffelchen vor (Fig. 15 *L*). Die Zahl der terminalen Sinnesborsten, die sich von der Spitze in zwei Reihen zu Seiten der unteren Rüsselrinne alternirend hinziehen, beträgt bei Apis 10—12 (Fig. 15 Gs_1, Gs_2 etc.), die Zahl der die Zungenspitze umstehenden vier. Diese Zahlenverhältnisse, individuelle Schwankungen ungerechnet, finden sich genau auch bei Bombus und Osmia. Die Becher der Zungenbasis hat Wolf für Apis mellifica an der richtigen Stelle angegeben. Es finden sich dicht hinter der Einschnürung der Zungenbasis auf der herzförmigen Platte (Hypo-

pharynx[1] nach Wolf) zwei Felder von je 25 runden Grübchen mit 5 μ Durchmesser, die bei sehr scharfer Vergrößerung deutlich das hellere Ende des Achsencylinders in der Mitte erkennen lassen. Diese Grübchenfelder befinden sich vor der Mündung des Brustspeichelganges. Genau die gleichen Lageverhältnisse finden sich auch bei Osmia (Fig. 16) und Bombus. Bei ersterer beträgt die Zahl der Grübchen je 14—16, mit 5,5 μ Durchmesser, bei letzteren sind die Grübchen außerordentlich klein (kaum 3,7 μ Durchmesser), ihre Zahl schwankt zwischen 20 und 24 auf jedem Felde. Die Borsten an der Basis der Labialtaster (Fig. 16 *Lt*), die sich bei der Nahrungsaufnahme über die Grübchenfelder legen, scheinen bei den Apiden dieselbe Funktion zu haben wie die Borstenpolster (Kämme) bei den übrigen Hymenopterenfamilien.

Auch bei den Apiden finden sich auf der Maxillenunterseite zahlreiche Grübchen mit kurzen starken Stützkegeln, die allerdings länger sind, d. h. mehr aus den Bechern vorragen als bei den übrigen Hymenopteren. Fig. 17 *Gm* zeigt diese Gebilde in starker Vergrößerung von Bombus und zwar nach einer Transparentaufnahme beim lebenden Insekt. Die Zahl der Grübchen lässt sich sehr schwer feststellen, doch sind es kaum mehr als 40 auf jeder Maxille, sie stehen dichter an der Spitze der Maxille, sparsamer an der Basis, sind aber im Allgemeinen über die ganze Unterfläche der Maxille verbreitet.

Auch auf den Labialtastern zeigen sich solche Grübchen. Der Bau ist genau derselbe wie der auf den Maxillen. Über die mit Grübchen bestandene Fläche der Maxillen sowohl wie der Labialtaster breiten sich Schutzborsten aus, wie das Wolf von der Biene ganz richtig angegeben hat.

Schlussfolgerungen.

Es steht mir zweifellos fest, dass die Grübchen oder Becher auf der Zungenbasis und der Maxillenunterseite peripherische Endorgane des Geschmacksorganes sind.

Sie erfüllen die Eingangs angeführten Vorbedingungen, d. h. das Nervenende tritt frei an die Oberfläche, ist sonach direktem chemischen Reiz zugänglich, die betreffenden Stellen können mit Speichel übergossen werden, wie sich das aus einem dorsoventralen Medianschnitt durch den

[1] Ich gebrauche Bezeichnungen wie Hypopharynx etc. nur im Sinne der jeweilig citirten Autoren, da dieselbe Bezeichnung von verschiedenen Autoren oft auf morphologisch verschiedene Theile der Mundpartien bei Insekten angewendet werden. Ich habe es aus demselben Grunde auch vorläufig vermieden neue Bezeichnungen einzuführen. Eine richtige Benennung der gleichwerthigen Theile kann dann erst erfolgen, wenn einmal sämmtliche Insektenordnungen auf ihre Mundtheile morphologisch untersucht sein werden. Einen Anfang hierzu hat z. B. Kraepelin in ganz vortrefflicher Weise bei den Musciden gemacht.

Vordertheil des Wespenkopfes (Fig. 18) für die Grübchen der Zungenbasis unzweifelhaft ergiebt, aber auch die Unterseite der Maxillen kann während der Nahrungsaufnahme so nahe an den mit Nahrung erfüllten Hakenbesatz der Zunge gebracht werden, dass ein reichlicher Erguss von Speichel aus der Brust- oder Kopfspeicheldrüse auch die Organe der Maxille mit diesem versehen kann; die fächerförmig ausgebreiteten Schutzborsten auf der Maxille bei Vespa scheinen eben so wie die analogen Borsten bei den übrigen Hymenopteren theils das Zurückhalten von Speichel behufs der Reinigung, theils den Schutz der zarten Nervenenden zu besorgen, es schließt dies gleichzeitig die Funktion der Becherorgane als Tastorgane aus, abgesehen davon, dass außerdem in der Nähe der betreffenden Stellen reichlich für die Vermittelung der Tastempfindung durch ausgesprochene Tastborsten gesorgt ist.

Dieselbe Rolle wie die Schutzborsten der Maxillenunterseite scheinen die Borstenpolster (Kämme nach Forel) an der Wurzel der Paraglossen oder deren Stelle gegenüber den Geschmacksbechern der Zungenbasis zu spielen.

Eine Deutung dieser Becherorgane als die peripherischen Endorgane etwa eines sechsten uns unbekannten Sinnes halte ich für ausgeschlossen, oder wenn ein solcher sechster Sinn wirklich vorhanden sein sollte, so ist die durch ihn vermittelte Wahrnehmung jedenfalls unserer Geschmackswahrnehmung homolog, und es kann sich nur um den höheren oder niederen Grad der Wahrnehmungsfähigkeit handeln.

Über die Bedeutung der Rinne an den Schutzborsten und über die Frage, ob hier in der That ein Sekret abgesondert wird, hoffe ich erst noch eine Reihe von Versuchen anzustellen, zu denen es mir leider zur Zeit an lebendem Material gebricht.

Es erübrigt noch, die terminalen Sinnesborsten an der Zungenspitze zu betrachten.

Man könnte zweifelhaft sein, ob diese Gebilde mit ihrem von den Geschmacksbechern der Zunge so abweichenden Bau als Geschmacksorgane zu deuten sind, indess glaube ich sicher auch diese Endorgane als Geschmacksorgane in Anspruch nehmen zu dürfen. Für diese Annahme spricht eine Reihe von Gründen, unter denen ich nur folgende hervorheben will.

Zunächst geht aus der genauen Beobachtung der Einzelheiten in der Funktion der Zunge bei Beginn der Nahrungsaufnahme hervor, dass auch die Zungenspitze mit einem Geschmacksorgan versehen sein muss.

Das Versuchsinsekt prüft zunächst die vorgesetzte Nahrung mit Hilfe seiner Fühler auf den Geruch, dann erfolgt erst bei den Vespiden und den übrigen mit einer Leckzunge versehenen Hymenopteren die Schwel-

lung und bei den Apiden das Vorklappen der Zunge, deren Spitze mit der Nahrung in Berührung gebracht wird. Der Zeitpunkt des Beginnes der Nahrungsaufnahme ist genau festzustellen, er zeigt sich durch eine lebhafte Kontraktion des Abdomens an, der dann die rhythmischen Saugbewegungen folgen. Ist die Nahrung nicht geeignet, so erfolgt, wenn die übelschmeckende Substanz stark vorherrscht, ein augenblickliches Verlassen derselben, ohne dass eine Saugbewegung stattgefunden hätte; ist dagegen der üble Geschmack durch Beimengung von Honig, Zucker etc. überdeckt, so führt das Insekt erst einige Saugbewegungen aus, ehe es die Nahrung verlässt. Muss nun auch zugegeben werden, dass durch die Kapillarthätigkeit der Zungenborstenzwischenräume ein Aufsteigen der Nährflüssigkeit zur Zungenwurzel möglich, ja fast gewiss ist, so erfolgt dasselbe jedenfalls nicht so rasch (namentlich bei der langen Zunge der Apiden), dass nicht wenigstens eine gewisse der Beobachtung zugängliche Zeitdauer nöthig wäre; da jedoch das Verlassen vorherrschend übelschmeckender Nahrung augenblicklich erfolgt, so ist jedenfalls auch die Annahme gerechtfertigt, dass auch an der Zungenspitze sich Geschmacksorgane vorfinden.

Auch der Bau der Zungenspitze unterstützt diese Annahme. Wären die terminalen Sinnesborsten Tastorgane, so würden sie jedenfalls möglichst frei vorragen, dies ist jedoch nicht der Fall. Die fraglichen Sinnesorgane scheinen vielmehr sorgfältig geschützt und zwar einerseits durch den Haken- und Borstenbesatz der Zunge, andererseits durch den dichten Kranz der Schutzhaare, der zugleich bei den Apiden, wo die Terminalborsten in den Schutzhaarkranz eindringen, das Zustandekommen einer Geschmacksempfindung eher zu vermitteln als zu hindern geeignet ist. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass wenigstens bei den Vespiden und Ichneumoniden noch besondere Tastborsten vorhanden sind, die sich sowohl durch Lage wie durch Bau als solche dokumentiren.

Einen weiteren Beweis für die Richtigkeit der aufgestellten Behauptung möchte ich in der Form der Organe bei den Ameisen sehen. Die Becher an der Zungenspitze der Ameisen sind denen an der Zungenbasis völlig gleich gebaut, daher sicher als Geschmacksorgane in Anspruch zu nehmen. Es wird sich allerdings erst durch die Vergleichung der Entwicklung feststellen lassen, ob die Becherorgane und die Terminalborsten morphologisch gleichwerthige Gebilde sind, allein ich zweifle nicht im entferntesten daran, dass dem wirklich so ist.

Es erübrigt noch die Frage kurz zu besprechen, ob sich noch an anderen Stellen der Mundtheile, als den vorstehend beschriebenen, oder in der Mundhöhle, Nervenendapparate vorfinden, die als Geschmacksorgane zu deuten sind.

Ich muss diese Frage nach dem Stande meiner Untersuchungen vorläufig auf das Bestimmteste verneinen. Dies gilt auch bezüglich des Wolf'schen Geruchsorganes (Gaumensegel). All den zahlreichen Nervenendorganen der Mundhöhle fehlt die erste Vorbedingung, die ich Eingangs aufgestellt habe, die Nervenenden treten nicht in direkte Berührung mit der Nahrung. Ich muss indess ausdrücklich bemerken, dass sich namentlich auf dem Pharynx zahlreiche Gebilde vorfinden, die bei oberflächlicherer Beobachtung den Geschmacksbechern sehr ähnlich sehen (ein Umstand, durch den sich jedenfalls Joseph hat täuschen lassen). Bei genauer Beobachtung zeigen sich jedoch in all' diesen zahlreichen Grübchen sehr feine blasse Haare, die weder mit einer Rinne versehen, noch an der Spitze durchbohrt sind, so dass sie keinesfalls zur Vermittelung der Geschmacksempfindung dienen können; auch liegt durchaus keine Nothwendigkeit vor, auch diese Gebilde noch als Geschmacksorgane zu deuten, dafür scheinen die Geschmacksborsten der Zungenspitze, und die Becherapparate auf der Zungenbasis und Maxillenunterseite völlig ausreichend.

Die Beschreibung der Geschmacksorgane bei den übrigen Insektenordnungen, zunächst bei den Dipteren und Lepidopteren hoffe ich in Bälde folgen zu lassen, eben so die der Larven und die Entwicklung: für letztere hat nur die Beschaffung geeigneten Materials bei manchen Ordnungen einige Schwierigkeit.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemein gültige Bezeichnungen.

Zs, Zungenspitze;
Zb, Zungenbasis;
Nz, Nebenzungen;
Gs, Geschmacksborsten der Zungenspitze (bei Ameisen Becher);
Gb, Geschmacksbecher der Zungenbasis;
Gm, Geschmacksbecher der Maxillenunterseite;
Sh, Schutzhaare der Zungenspitze;
K, Kamm, Schutzborsten der Zungenbasis;
Shm, Schutzborsten d. Maxillenunterseite;
Ac, Achsencylinder des Geschmacksorganes;
Sk, Stützkegel desselben;
Nl, Neurilemm desselben;
Mb, Bodenmembran der Geschmacksbecher;
Sz, Sinneszellen des Geschmacksorganes
N, Zungennerv; *Nm*, Maxillennerv;
C, Cuticula;
Mz, Matrixzellen der Cuticula (Chitin);
Dz, Drüsenzellen;
Lh, Leithaare der Zungenbasis;
Lt, Labialtaster; *Mt*, Maxillartaster;
Hb, Hakenbesatz der Zunge;
Tb, Tastborsten;
Bsp, Ausmündung des Brustspeichelganges bei Vespa.

Tafel XXVII.

Fig. 1. Zunge von Vespa vulgaris ♀, von der Oberseite. (Die Zunge ist etwas nach rechts gedrückt. Der Hakenbesatz auf dem größten Theil der Zunge nur schematisch durch punktirte Linien angedeutet.) Seib., Kraft. Obj. II, Oc. 0. Vergr. 55.

Fig. 1 *a*. Drei Spatel von dem Hakenbesatz der Zunge von Vespa vulgaris ♀. Seib., Kraft. Obj. IV, Oc. 0. Vergr. 140.

Fig. 2. Querschnitt durch die Zunge von Vespa vulgaris ♀ nach α—β Fig. 1. Seib., Kraft. Ocj. II, Oc. 0. Vergr. 55.

Fig. 3. Unterseite der linken Maxille von Vespa vulgaris ♀. Seib., Kraft. Obj. II, Oc. 0. Vergr. 55.

Fig. 4. Querschnitt durch die Zungenbasis (*Zb*), Nebenzunge (*Nz*) und rechte Maxille (*Mx*) von Vespa vulgaris. Seib., Kraft. Obj. II, Oc. 0. Vergr. 55.

Fig. 5. Dorsoventraler Längsschnitt durch die Zungenspitze (Fig. 1 ε—ξ) von Vespa vulgaris ♀ (die Matrixzellen hatten sich am Präparat theilweise abgelöst und sind schematisch ergänzt). Seib., Kraft. Immersion VII, Oc. 0. Vergr. 630. (Die Originalzeichnung ist durch photographische Reproduktion um die Hälfte verkleinert.

Fig. 6. Zwei Geschmacksborsten der Zungenspitze (terminale Sinnesborsten) bei Vespa vulgaris ♀ mit dem dazu gehörigen Nervenendapparat durchschnitten. (Die Originalzeichnung ist um $^1/_3$ verkleinert.)

Fig. 6 *a*. Abgeschnittenes Stück einer Geschmacksborste, um die Rinne zu zeigen. Seib., Kraft. Im. VII, Oc. 0. Vergr. 630. (Um $^1/_3$ verkleinert.)

Fig. 7. Längsschnitt durch den Nervenendapparat der Geschmacksbecher an der Zungenbasis von Vespa vulgaris ♀. Seib., Kraft. Im. VII, Oc. 0. Vergr. 630.

Fig. 7 *a*. Medianschnitt durch die Chitintheile der Geschmacksbecher an der Zungenbasis von Vespa vulgaris ♀. Seib., Kraft. Im. VII, Oc. I. Vergr. 900.

Fig. 8. Längsschnitt durch die Geschmacksbecher und den dazu gehörigen Nervenendapparat der Maxillenunterseite von Vespa vulgaris ♀. Seib., Kraft. Im. VII, Oc. 0. Vergr. 630.

Fig. 8 *a*. Medianschnitt durch die Chitintheile des vorstehenden Geschmacksbechers. Vergr. 630.

Fig. 9. Zunge von Ichneumon culpatorius ♀, von der Seite. Seib., Kraft. Obj. IV, Oc. 0. Vergr. 140.

Fig. 10. Unterseite der linken Maxille von Ichneumon culpatorius ♀. Seib., Kraft. Obj. II, Oc. 0. Vergr. 55.

Fig. 11. Stark vergrößerte Geschmacksbecher und Schutzborste von der Maxillenunterseite von Ichneumon culpatorius. Seib., Kraft. Im. VII, Oc. 0. Vergr. 630.

Fig. 12. Zunge von Atta cephalotes ♀ (Sa-úba-Ameise), von der Seite (der vordere Theil der Zunge und der Kamm sind nur angedeutet). Seib., Kraft. Obj. IV, Oc. 0. Vergr. 140.

Fig. 13. Unterseite der rechten Maxille von Atta cephalotes (Sa-úba). Seib., Kraft. Obj. II, Oc. 0. Vergr. 55.

Fig. 14. Vergrößerte Geschmacksbecher der Maxille von Atta cephalotes (paarig). Seib., Kraft. Im. VII, Oc. 0. Vergr. 630.

Fig. 15. Zungenspitze von Apis mellifica ♀. *L*, Löffelchen; *Hb*, Haarbesatz der Zunge. Seib., Kraft. Obj. IV, Ob. 0. Vergr. 140.

Fig. 16. Basis der Zunge von Osmia, von oben. Seib., Kraft. Obj. IV, Oc. 0. Vergr. 140.

Fig. 17. Geschmacksapparat der Maxille von Bombus. Nach der transparenten

Maxille des lebenden Insektes gezeichnet. Seib., Kraft. Im. VII, Oc. 0. Vergr. 630. (Die Originalzeichnung ist um $^1/_3$ verkleinert.)

Fig. 18. Schematischer dorsoventraler Längsschnitt durch die Mitte des Vordertheiles am Wespenkopfe. *Z*, durchschnittene Zungenmitte; *Lh*, Leithaare; *Gb*, Geschmacksorgane der Zungenbasis; *Ph*, Pharynx; *Ksp*, Kopfspeicheldrüsen (paarig); *Bsp*, Brustspeichelgang; *R*, Retraktor der Zunge; *El*, Elevator (paarig) des Verschlusses vom Brustspeichelgang; *Dz*, Drüsenzellen; *WO*, Gaumensegel (Wolf'sches Organ); *Ol*, Oberlippe (Labrum); *Spb*, Speichelreservoir.

Die sämmtlichen Zeichnungen sind, wenn nicht ausdrücklich besonders angegeben, mit Hilfe des Zeiss'schen Prismas genau nach dem Präparat gefertigt, daher manche kleine Verschiebungen, wenn es ohne Störung des Gesammtbildes geschehen konnte, mitgezeichnet.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

F. Will del.

Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a. M.